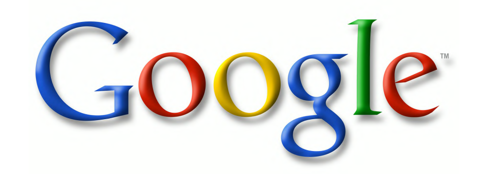
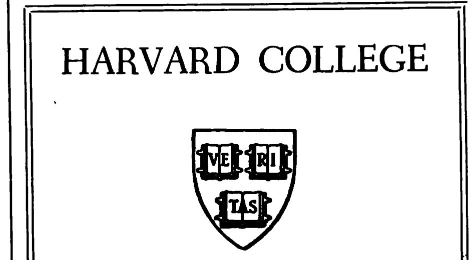





HARVARD COLLEGE
VE RI TAS
SCIENCE CENTER
LIBRARY


Digitized by Google

ROYAUME DE BELGIQUE

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL

Belgium — OFFICE DU TRAVAIL ET INSPECTION DE L'INDUSTRIE

MONOGRAPHIES INDUSTRIELLES

APERÇU ÉCONOMIQUE, TECHNOLOGIQUE ET COMMERCIAL

Groupe VI

INDUSTRIES

DU

CAOUTCHOUC ET DE L'AMIANTE

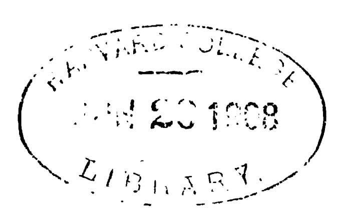


BRUXELLES

OFFICE DE PUBLICITÉ
J. LEBÈGUE & Cie
RUE DE LA MADELEINE, 46

SOCIÉTÉ BELGE DE LIBRAIRIE
O. SCHEPENS & Cie
RUE TREURENBERG, 16

1907


HARVARD COLLEGE
JAN 20 1908
LIBRARY

INDUSTRIES DU CAOUTCHOUC

Objet des industries du caoutchouc.

Dans l'état actuel de la civilisation, le caoutchouc est devenu une matière de première nécessité. Ses applications se sont multipliées avec rapidité dans tous les domaines; elles ont donné naissance à une série de fabrications spéciales, qui, sous l'aiguillon des besoins sans cesse croissants de la consommation, ont pris, durant ces derniers temps, un essor des plus remarquables.

Recevant le caoutchouc à l'état brut, ces industries le purifient, l'élaborent, le travaillent, soit seul, soit en combinaison avec certaines substances qui lui servent d'adjuvants. Elles utilisent les mélanges ainsi préparés pour confectionner, le plus souvent avec l'aide d'autres matériaux de nature différente, toute espèce d'appareils en usage dans l'économie domestique, dans les travaux scientifiques ou dans les opérations industrielles. En général, le caoutchouc n'entre pas comme partie dominante dans la composition de ces

objets; il y joue, néanmoins, le rôle essentiel, et c'est, en réalité, sa présence qui constitue la raison d'être des fabrications considérées. Malgré la variété infinie de ces produits, tous se distinguent par une certaine analogie de propriétés, résultant de la nature spéciale du caoutchouc, qu'ils renferment en quantité plus ou moins considérable et qui leur communique des qualités tout à fait caractéristiques.

La multiplicité des usages et, partant, des formes de ces fabricats entraîne forcément des divergences assez marquées dans les procédés suivis pour les façonner et les parachever. Cependant, toutes ces industries se rattachent étroitement l'une à l'autre par l'identité de toute une suite d'opérations que l'on retrouve dans chacune d'elles. Ces opérations s'imposent à cause du traitement particulier qu'exige le caoutchouc, que celui-ci soit pur ou qu'il soit mélangé avec d'autres ingrédients. Au surplus, la grande diversité de travail que l'on observe dans les fabrications qui nous occupent, est aussi une conséquence du grand nombre de matières différentes mises en œuvre, matières que nous passons en revue ci-après. Vu la place importante qu'occupe le caoutchouc dans ces mélanges, nous lui avons consacré un chapitre séparé.

I

Du caoutchouc.

A. — Les plantes à caoutchouc et leur exploitation.

ESSENCES LACTIFÈRES.

Le caoutchouc est un produit naturel obtenu par la coagulation du *latex* ou suc laiteux extrait de certaines espèces de végétaux.

Les plantes susceptibles de fournir du latex à caoutchouc sont fort nombreuses; on en compte, en effet, plus de cinquante espèces. La plupart appartiennent aux quatre familles principales suivantes : *euphorbiacées, artocarpées, apocynacées, asclepiadées;* on peut cependant y ajouter les *moracées* et les *sapotacées.* Il y a des représentants de ces familles sous toutes les latitudes chaudes et tempérées; mais on ne peut exploiter avec avantage que ceux dont l'habitat se trouve compris dans les régions tropicales et intertropicales, c'est-à-dire dans la zone du globe limitée, d'un côté, par le 30e degré de latitude Nord et, de l'autre, par le 30e degré de latitude Sud.

Parmi les plantes lactifères, on trouve des végétaux

de formes et de dimensions fort diverses. Les uns sont de nature herbacée et renferment du latex dans les racines ou dans les rhizomes qui rampent sous le sol. D'autres sont représentés par des lianes, d'une longueur parfois considérable ; ce sont, alors, les tiges qui fournissent la sève coagulable. Une forte proportion du caoutchouc exploité provient d'arbustes ou d'arbres d'un port plus ou moins élevé.

Les familles botaniques citées précédemment comprennent plusieurs genres et ceux-ci renferment de nombreuses espèces, dont toutes, d'ailleurs, ne présentent pas la même importance au point de vue de l'exploitation du caoutchouc. Nous nous contenterons d'en signaler ci-après les principales.

Euphorbiacées. — Cette famille contient le genre bien connu *hevea,* qui fournit des arbres de 15 à 20 mètres de haut, sur un diamètre à la base de 60 à 75 centimètres. Ce sont les plantes à caoutchouc du bassin de l'Amazone et des régions voisines ; on y exploite, surtout, l'*hevea brasiliensis,* aussi appelé *syphonia élastica* et *seringa*. Les *heveas* se développent bien dans les terrains bas, humides, périodiquement inondés chaque année. Cependant, il se rencontre aussi des variétés qui croissent dans des terrains plus secs.

A côté des *heveas,* se place le *manihot glaziovii,* arbre plus petit, n'atteignant que 7 à 8 mètres de hauteur. Il prospère dans les régions pauvres, sèches, caillouteuses, du nord-est du Brésil (Céara), où il est connu sous le nom de *maniçoba* ou de *leiteira*.

Artocarpées. — C'est surtout parmi les *ulmacées* que l'on rencontre le plus grand nombre de plantes à latex. Les plus remarquables sont :

Les *castilloas,* et spécialement le *c. élastica,* arbre qui mesure, parfois, 40 mètres de hauteur et 5 mètres de circonférence. C'est la plante à caoutchouc des régions chaudes de l'Amérique centrale, principalement du Mexique; on la rencontre aussi dans le nord de l'Amérique du Sud;

Les *ficus* (*f. elastica*), arbre de haute stature, à sève abondante, dont l'habitat le plus important se trouve en Asie (Indo-Chine) et en Océanie (Indes néerlandaises, Bornéo).

Mentionnons encore l'*artocarpus* et le *cecropia.*

Apocynacées.—Nous rencontrons dans cette famille : d'abord, les *hancornia,* arbres de taille moyenne, croissant surtout dans les terrains secs du centre du Brésil, où on leur donne le nom indigène de *mangabeira;* puis une série de lianes originaires principalement des contrées africaines et rentrant dans les genres *landolphia, carpodium, leuconitis, willingbeia, kicksia, urceola, parameira, forsteriana,* etc.; le plus répandu est le le genre landolphia.

Asclepiadées. — La plupart des plantes lactifères de cette famille sont des végétaux à tiges herbacées faisant partie des genres *callotropis, cynanchum, cryptostegia,* etc.; c'est également en Afrique que ces plantes sont le plus exploitées.

RÉCOLTE DU LATEX.

Jusque dans ces dernières années, on n'a utilisé, pour l'exploitation du caoutchouc, que les végétaux croissant spontanément. Telle est actuellement encore, l'origine de la presque totalité du caoutchouc vendu sur les marchés consommateurs.



Récolte du latex des lianes (Congo).

Les méthodes suivies pour extraire le latex diffèrent selon les contrées productrices; mais elles dépendent aussi du genre de plantes auquel on a à faire.

Pour récolter le caoutchouc des herbes, on divise les racines, préalablement desséchées au soleil, en tronçons de 30 à 40 centimètres de longueur. Puis, on bat ces racines sur un tronc d'arbre à l'aide d'un maillet en bois, de façon à en détacher l'écorce contenant le latex. On bat de la même manière les

écorces déposées sur une planche, pour en séparer le latex. Celui-ci se dessèche à mesure de sa sortie, se forme en petites galettes que l'on découpe en morceaux et que l'on traite par l'eau bouillante. On renouvelle ces opérations plusieurs fois, jusqu'à ce qu'on obtienne le caoutchouc suffisamment pur; enfin, le produit est aggloméré en plaques de l'épaisseur d'un doigt.

Pour les lianes, on a longtemps procédé de la manière suivante : les lianes fractionnées en segments d'un mètre de longueur étaient mises en tas régulier, et l'on plaçait au milieu de ces tas quelques bûches enflammées. La sève coulant par les bouts sectionnés était recueillie dans une fosse ménagée au pied du tas.

Dans ces derniers temps, des systèmes rationnels, n'entraînant pas la perte des lianes, ont été introduits, notamment au Congo; ils tendent à se répandre rapidement.

L'extraction du latex des arbres à caoutchouc se fait au moyen de saignées, procédé plus perfectionné, qui a l'avantage de ne pas détruire la plante productrice.

Chaque matin, pendant la saison sèche, on pratique dans l'écorce, tout autour du tronc, une série de ponctions ou d'entailles verticales peu profondes. On commence par la partie inférieure de l'arbre et l'on s'élève graduellement jusqu'à une hauteur où le travail ne soit plus pratiquement possible. En dessous de chaque incision, par où s'échappe la sève descen-

dante, on ajuste un petit vase en fer-blanc ou en terre cuite pour recevoir le précieux liquide. Le contenu de tous ces vases est rassemblé le soir dans un grand récipient et porté à l'endroit où se fait la coagulation.



Récolte du latex de l'hévéa (Brésil).

Dans quelques régions, l'on se contente de laisser couler la sève sur le tronc lui-même jusqu'à terre, ou bien de la recueillir sur une feuille déposée au pied de l'arbre; cette manière de faire donne évidemment un produit moins pur.

COAGULATION.

Le latex est un liquide blanc, visqueux, rappelant tout à fait le lait par son aspect. De même que le beurre dans le lait, le caoutchouc se trouve disséminé dans le latex à l'état de fins globules tenus en suspension.

Le latex renferme encore d'autres substances organiques et minérales. La composition moyenne du

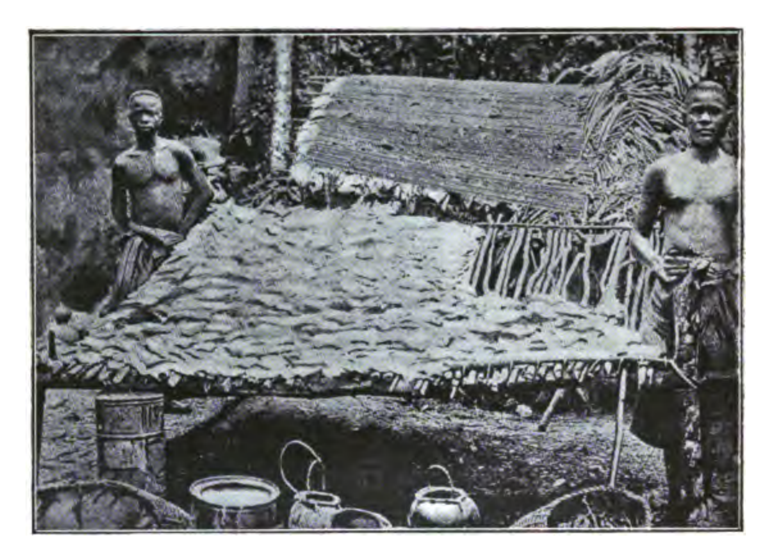
latex d'*hevea* peut être représentée par les chiffres suivants [1] :

Eau	47
Gomme	32
Sels minéraux	9.7
Matières azotées	2.3
Gomme résine	9
TOTAL	100

On le voit, l'analogie avec le lait est assez complète, avec cette différence, toutefois, que, dans ce dernier, la quantité d'eau est beaucoup plus considérable, et s'élève à 84 p. c.; par contre, le latex contient plus de sels minéraux et moins de matières azotées que le lait. Le caoutchouc joue le rôle du beurre; sa densité moyenne est de 0.930, alors que le poids spécifique moyen du latex lui-même est de 1.019. Il semble donc que, par un repos plus ou moins prolongé, il doive se produire une espèce d'écrémage naturel, une montée des globules de gomme vers la partie supérieure du vase. Dans certaines contrées productrices, on utilise, en effet, un procédé de ce genre pour séparer le caoutchouc de son sérum, mais on ajoute, au préalable, au latex, un égal volume d'eau, ce qui a pour effet de rendre le liquide moins visqueux et de faciliter le mouvement ascensionnel des globules.

(1) En réalité, la teneur du latex en caoutchouc va parfois jusque 50 p. c.; elle est, souvent aussi, inférieure à 30. Certains latex ne donnent que 10 à 12 p. c. de caoutchouc sec; aux prix actuels, qui sont très élevés, l'exploitation peut encore en être rémunératrice, même s'il s'agit de gommes de qualité secondaire.

Lorsque la gomme s'est rassemblée à la partie supérieure, on la recueille et, par compression, on en extrait le liquide qu'elle contient encore. Cette méthode n'est pas, cependant, considérée comme la plus rationnelle. En effet, le but que l'on se propose, ici, est double : il s'agit, d'abord, de débarrasser le mieux possible le caoutchouc, non seulement des



Séchage du caoutchouc au Congo.

corps étrangers qui peuvent le souiller, mais encore du sérum [1] qui l'accompagne; en second lieu, de

[1] D'après certains spécialistes, l'eau pure ne nuirait pas à la qualité du caoutchouc; elle l'empêcherait, au contraire, de devenir poisseux. Des expériences récentes tendraient à corroborer cette opinion. A Ceylan et dans les États Fédérés malais, où l'on cultive méthodiquement les essences caoutchoutifères, on préconise, maintenant, de laisser un certain pourcentage aqueux dans la gomme, afin d'empêcher qu'elle ne tourne au gras.

détruire la nocivité des substances azotées, susceptibles, par suite d'une fermentation putride, d'altérer les qualités du produit. En passant en revue les différentes manières de traiter le latex, nous verrons que les procédés qui réalisent ces deux desiderata sont assez rares.

Il faut signaler, en premier lieu, la coagulation naturelle ou par évaporation de l'eau. Ce n'est, souvent, qu'une simple dessiccation, ainsi que cela a lieu lorsqu'on laisse durcir sur l'écorce même le latex qui s'écoule de la saignée. Ailleurs, la coagulation s'effectue sur des claies ou sur la terre, au pied de l'arbre, parfois sous un abri protecteur ; il y a, dans ce cas, départ d'eau par absorption ou infiltration dans le sol. Dans certaines régions, les indigènes appliquent et conservent pendant quelque temps sur leur peau de petites plaques de caoutchouc en voie de solidification, afin de hâter l'évaporation par l'action de la chaleur corporelle.

Dans un second système, on fait intervenir la chaleur artificielle. Ainsi, nous avons vu que, dans l'extraction du caoutchouc des herbes, l'on soumettait à une véritable cuisson dans l'eau bouillante les petites masses à demi coagulées extraites par battage des écorces de rhizomes. D'autres fois, c'est à la chaleur sèche que l'on a recours, et l'on combine ses effets avec celui de la fumée. C'est la méthode dite par *enfumage*, qui se pratique de la manière suivante : plongeant une espèce de spatule ou palette de bois dans le latex liquide, on en expose alternativement les deux faces

à la chaleur et à la fumée dégagées par un feu léger où brûlent les petites branches et les fruits d'une espèce particulière de palmier. Après qu'une mince pellicule de caoutchouc s'est formée autour de la planchette, on mouille de nouveau celle-ci et on provoque la coagulation de la même manière; un second dépôt



Coagulation par enfumage (Brésil).

s'ajoute au premier. Cette opération se répète un très grand nombre de fois et l'on finit par obtenir des pains volumineux formés, parfois, de plusieurs centaines de fines couches de caoutchouc superposées.

Un troisième procédé de coagulation consiste dans l'addition d'eau au latex. On peut, comme nous l'avons expliqué ci-dessus, faire usage d'eau froide et laisser reposer la masse jusqu'à formation d'une croûte solide

de caoutchouc; il n'y a plus, alors, qu'à soutirer le liquide restant et à soumettre le gâteau de gomme à la compression. On peut aussi mélanger le latex avec de l'eau chaude et agiter, ce qui produit une espèce de précipitation.

Enfin, il existe une façon d'opérer plus expéditive encore. Dans ce système, on a recours à l'action de certains agents chimiques minéraux ou organiques, par exemple, de l'eau de mer, de dissolutions de sel marin ou d'alun, ou encore de liqueurs acides, telles que : le jus de citron, les extraits de certaines plantes, comme le *costus afer* (bossanga), les infusions de feuilles (niania). L'addition du réactif se fait, soit au moment même où la sève s'échappe de l'incision, soit plus tard, dans un récipient où l'on a recueilli une grande quantité de latex. Le caoutchouc coagulé est séparé du liquide, lavé, puis comprimé sous des formes diverses pour être expédié.

De tous les procédés que nous venons d'expliquer, le meilleur est, sans contredit, celui par enfumage, qui est appliqué, dans le bassin de l'Amazone, à l'extraction du caoutchouc dit du Para. Les raisons en sont faciles à saisir et expliquent, d'ailleurs, l'estime dont jouit cette sorte de caoutchouc auprès du consommateur. Le latex étant coagulé peu à peu, par couches minces successives, l'eau s'élimine complètement et les corps étrangers ne peuvent pas se mélanger au caoutchouc. D'autre part, la créosote qui se dégage avec la fumée exerce une action antiseptique puissante sur les substances azotées putrescibles contenues dans le latex. Le système de dessiccation par

petites plaques appliquées sur la peau du corps fournit également un caoutchouc bien purgé d'eau, dépourvu d'impuretés. En général, les procédés par voie humide, avec séchage et pressage subséquents, sont défectueux et ne permettent pas une élimination parfaite du sérum. Cependant, la coagulation au moyen d'eau salée, avec l'aide de la chaleur, offre certains avantages, car le sel est, aussi, un antiseptique énergique. Quant à la précipitation à l'aide d'acides, elle n'a rien de rationnel, ceux-ci étant sans effet sur la fermentation des matières azotées. Le système le moins recommandable, bien que l'un des plus rapides, est la coagulation par l'alun; ce corps altère les qualités élastiques du caoutchouc. Le caoutchouc obtenu de cette manière (dans le Brésil central) renferme, souvent, à l'intérieur, des vacuoles remplies d'un liquide putrescible.

CULTURES MÉTHODIQUES.

La vogue croissante dont jouit le caoutchouc dans l'industrie et les hauts prix que cette marchandise a atteints, autant que la crainte de voir se tarir, par insouciance, les sources naturelles de ce produit, ont amené divers pays à organiser la production rationnelle de cette substance. Il y a un certain nombre d'années, à la suite d'essais méthodiquement conduits, des plantations régulières assez considérables ont été entreprises, par les Anglais, dans leurs possessions de Ceylan et des États Fédérés malais, par les Hollandais, dans les îles de Java, Sumatra et

Bornéo, puis dans l'Amérique Centrale, au Mexique surtout. C'est l'*hevea* qu'on a choisi pour ces expériences, comme étant l'essence fournissant le caoutchouc le plus estimé. Les choses n'allèrent pas sans difficultés. Les graines d'*hevea* perdant rapidement leur faculté germinative, il faut, pour les transporter, les mettre en terre et les faire germer pendant le voyage. Cependant les résultats, quoique lents à se produire, ont été des plus encourageants. L'exemple a, d'ailleurs, été suivi dans la plupart des régions productrices : aux Philippines et en Nouvelle Guinée ; dans les républiques de Honduras, de Costa-Rica, de l'Équateur et de la Colombie; dans la colonie allemande du Kameroun; enfin, on commence, également, à planter l'hévea dans les autres contrées de l'Afrique et dans l'île de Cuba.

Avec les variétés choisies, il n'est pas indispensable que l'*hevea* soit planté dans un terrain sujet à inondations périodiques, comme cela se passe dans le bassin de l'Amazone. Il faut, néanmoins, que le climat soit chaud et humide. La multiplication se fait par semis, lorsque la chose est possible, mais, plus souvent, par boutures plantées à 20 ou 30 centimètres de distance en tous sens. La transplantation a lieu dans des champs de 4 à 6 hectares limités par des chemins de 3 à 5 mètres de large. On préfère la disposition en quinconce à un écartement de 3 à 3^{m}50 en tous sens; plus tard, on éclaircit au double de cette distance. Ces plantations se faisant, généralement, sur l'emplacement de forêts défrichées, on laisse quelques arbres d'ombrage pour les débuts. L'*hevea* commence à

donner du caoutchouc dès l'âge de 12 à 15 ans; on ne pratique d'abord des saignées que tous les deux ans; plus tard, lorsque l'arbre est adulte, on peut récolter chaque année; l'extraction se fait après la saison des pluies, mais jamais pendant la floraison. Chaque arbre donne au moins 500 grammes de caoutchouc par année; plus tard, cette quantité va en augmentant et peut atteindre, même, plusieurs kilogrammes.

D'autres essences ont été expérimentées également par des procédés de culture analogues aux précédents. Le *manihot Glaziovii,* notamment, offre l'avantage de se prêter à une culture facile et de prospérer même dans les mauvais terrains, dans les lieux arides. La multiplication se fait par graine, dont l'enveloppe très dure doit être brisée ou perforée à la lime. Cet arbre a une croissance rapide; au début, il doit être abrité contre les vents. Il est pleinement exploitable à partir de la septième année. L'écorce étant assez fine, certaines précautions sont prises pour pratiquer les incisions, on se sert, à cet effet, d'une roulette à pointe. Le *manihot* donne un caoutchouc d'excellente qualité, mais moins abondant que celui des autres espèces; exceptionnellement, on est parvenu à récolter 1 kilogramme de caoutchouc et plus par arbre. Des plantations ont été essayées dans toutes les contrées tropicales.

Le *castilloa* ne demande pas, comme l'*hevea*, une grande humidité atmosphérique. Il se développe bien dans un sol argilo-sablonneux perméable, même dans les endroits dépourvus de cours d'eau. Cet arbre est exploitable à partir de 7 à 10 années de croissance.

Le *ficus* se multiplie bien par bouture ou par marcotte ; il donne un latex abondant et de bonne qualité. Les arbres se plantent à une distance de 4 mètres en tous sens ; plus tard, on éclaircit à 8 mètres.

Enfin, au Congo, on a, depuis quelques années, commencé la culture régulière des lianes *Landolphia*. On sème des pépinières en pleine forêt, dans un endroit où la lumière est tamisée. On utilise les graines le plus fraîches possible ; généralement, le semis est provisoire ; il faut ensuite éclaircir ou repiquer. Lorsque la chose est indiquée, on peut aussi faire les semis en ligne, ce qui dispense du repiquage. On n'a recours au bouturage ou au marcottage qu'exceptionnellement. La transplantation des jeunes pousses se fait en pleine forêt. On trace d'abord une avenue centrale de 3 à 5 mètres de large, dirigée suivant la longueur du champ. Puis, perpendiculairement, on ouvre, à des distances de 5 mètres, des chemins de 1 mètre de large en abattant tout le sous-bois à cet endroit. Les pieds sont plantés tous les 3 mètres. Pour la facilité des travaux, on découpe la surface de la plantation en carrés de 100 à 300 mètres de côté, au moyen de larges allées parallèles à l'avenue centrale. Les plantes poussent d'abord lentement, mais se développent ensuite vigoureusement. On commence la récolte du latex après 8 ou 10 ans, lorsque les lianes ont atteint 3 à 4 centimètres de diamètre.

A la fin de 1906, il y avait déjà 13 à 14 millions de pieds plantés (arbres et lianes).

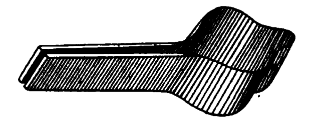
Pas n'est besoin de dire que, dans toutes ces

exploitations méthodiques, l'on adopte les procédés de récolte les plus rationnels.

A ce propos, nous croyons utile de signaler deux appareils dus à l'invention d'un spécialiste belge, M. G. Van de Kerkhove, expert en caoutchouc, et qui est, de plus en plus, adopté dans les cultures rationnelles des plantes caoutchoutifères.

Inciseur V. d. K.

L'un est un *inciseur* permettant de saigner avec facilité et sans danger les diverses espèces végétales exploitées, non seulement les arbres comme les hévéas, les castilloas, les hancornias, les funtumia, les ficus, les manihots, mais encore les lianes elles-mêmes. Cet instrument est constitué d'un manche avec œillet et cinq lames démontables, celles-ci pouvant être réglées dans l'œillet suivant l'épaisseur de l'écorce. Le plus grand avantage de cet inciseur consiste dans le fait que, suivant le travail à fournir et l'essence à soigner, on peut lui donner dix dispositifs différents.



OEillet emporte-pièce V. d. K.

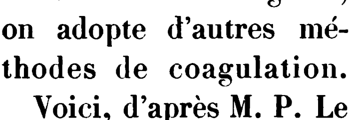
Comme complément de l'emploi de cet inciseur perfectionné, on se sert d'un *fumero*, appareil permettant de réaliser la coagulation comme elle se pratique dans la région de l'Amazone, c'est-à-dire, par enfumage, procédé reconnu comme un des meilleurs, ainsi que nous l'avons dit

précédemment. Le fumero consiste simplement en un appareil fumigène portatif. Il repose sur trois pieds; des montants s'abaissent ou s'élèvent à volonté au-dessus de la cheminée, suivant le degré d'intensité de la fumée. Un brise-flamme règle la chaleur. L'appareil est très pratique en ce sens que son emploi n'exige pas de réactifs chimiques. L'opérateur peut s'en servir facilement, même sans connaissances techniques.



Fumero Van de Kerkhove.

Ajoutons que l'appareil est portatif, peu encombrant; il ne pèse que 6 kilogrammes et sa hauteur ne dépasse pas 80 centimètres; il peut donc être installé facilement en tout endroit.



Dans certaines régions, on adopte d'autres méthodes de coagulation. Voici, d'après M. P. Le Cointe, comment on procéderait maintenant à Ceylan et dans la presqu'île Malaise.

Le latex, filtré au tamis, étant placé dans des formes en fer galvanisé ou émaillé d'environ 1 litre de capacité, sa coagulation est provoquée par l'addition d'une petite quantité d'acide acétique (10 grammes par litre environ). Après repos jusqu'au lendemain, on retire de chaque forme un gâteau de caoutchouc

d'un blanc pur, mou, spongieux et plein d'eau. Chaque gâteau est passé au rouleau à main, sur une table en zinc, ou à la presse. Les galettes obtenues sont placées sur des treillis en fer, au-dessus de fourneaux à charbon; elles y restent trois à quatre heures et y perdent le tiers de leur poids en devenant plus foncées. Les galettes sont, ensuite, mises sur des rayons où elles achèvent de sécher durant un mois ou six semaines.

Quant à la culture des plantes rhizomatiques, appelées herbes, on s'en occupe également au Congo, mais la question est moins avancée que celle relative aux lianes. La propagation se fait ici par semis ou par rhizomes.

Pour cette sorte de caoutchouc aussi, on a cherché à réaliser des méthodes de travail plus rationnelles que celles que nous avons exposées précédemment. Le problème semble avoir été résolu par un inventeur belge, M. F. Schmolle, d'Anvers, qui a imaginé des appareils spéciaux pour l'extraction mécanique du latex des écorces souterraines ou aériennes. Plusieurs installations, basées sur ce procédé, fonctionnent déjà dans diverses régions de l'Afrique occidentale. Voici, d'après le *Journal d'Agriculture Tropicale,* quelques détails concernant ce système.

Les écorces détachées de l'arbre sont d'abord travaillées dans un tambour en fer, tournant autour d'un axe horizontal. Ce cylindre est divisé en plusieurs compartiments contenant chacun un ou plusieurs rouleaux en métal, lisses ou cannelés. Par suite du mouvement de rotation, les écorces sont

écrasées et broyées par ces rouleaux et le caoutchouc s'en sépare tout en restant mélangé avec les écorces pulvérisées. Cette opération se fait à sec. On retire la masse et, après l'avoir humectée, on l'introduit dans une tonne suspendue à un axe horizontal, et renfermant un certain nombre de billes en métal de dimensions appropriées. On fait tourner le récipient, dans lequel on a versé une certaine quantité d'eau froide. Dans le cas où le latex est entièrement coagulé dans l'écorce, on peut, après décantation, renouveler le traitement avec de l'eau bouillante.

Les deux appareils sont portatifs et peuvent être mus à bras; rien n'empêche, d'ailleurs, de les agencer pour les actionner à l'aide d'un moteur.

Mentionnons enfin, comme complément de l'installation, un appareil décortiqueur, très simple, qui remplace avec avantage le travail à la main, toujours lent et pénible. Cette machine, qui agit aussi par rotation, est portative et peut se transporter aux endroits mêmes où l'on récolte les rhizomes, ce qui évite le transport des matières inutiles jusqu'à l'installation d'extraction.

B. Commerce du caoutchouc.

PAYS PRODUCTEURS ET PORTS D'EMBARQUEMENT.

Les pays producteurs de caoutchouc se répartissent en trois groupes principaux : l'Amérique, l'Afrique, la région asiatico-océanienne.

Amérique. — Dans l'Amérique du Sud, il faut citer en premier lieu, parmi les contrées productrices : le Brésil, la Bolivie, le nord du Paraguay, le Pérou, l'Équateur, la Colombie, le Vénézuéla, les Guyanes. Le caoutchouc récolté dans les bassins de l'Amazone s'exporte par les ports fluviaux d'Yquitos (Pérou), de Manaos (Brésil) et de Belem (Para) (à l'embouchure du Tocantins ou Rio-Para). Les autres ports d'expédition, par l'océan Atlantique, sont : Pernambouc, Parnahyba, São Luiz de Maranhão, Fortaleza ou Céará, Bahia, Rio de Janeiro, et enfin, Montevideo (Uruguay), pour les produits du Matto Grosso, du nord du Paraguay et, en partie, de la Bolivie. Sur l'océan Pacifique, les ports d'Arica (Chili) et de Mollendo (Pérou), de Guayaquil dans l'Équateur, embarquent les caoutchoucs provenant du versant occidental des Andes. Il y a également quelques ports d'exportation sur la mer des Antilles, entre autres : Carthagène et Savanille (Colombie), Puerto Cabello (Vénézuéla), etc.

Les pays producteurs de l'Amérique centrale sont : le Mexique, les républiques de Guatémala, de San Salvador, de Nicaragua, de Costa Rica, les îles des Antilles. Les produits s'expédient, généralement, par les ports situés dans la mer des Antilles et le golfe du Mexique : Vera Cruz (Mexique), Bluefields et Greytown (Nicaragua), etc.

Afrique. — Du côté de l'ouest, on trouve comme pays producteurs, en allant du nord au sud : le Sénégal, (Fr.), la Gambie (Ang.), les Guinées portugaise et

française, le Soudan (dans l'intérieur), Sierra Léone (Ang.), la république de Libéria, la Côte d'Ivoire (Fr.), la Côte d'Or (Ang.), le Togo (All.), le Dahomey (Fr.), le protectorat de Lagos (Ang.), la Nigéria (Ang.), le Cameroun (All.), la Guinée espagnole, le Gabon (Fr.), le Congo français, l'État Indépendant du Congo et l'Angola (Port.).

Voici quels sont les principaux ports d'exportation du côté de l'océan Atlantique : Kayes (port intérieur), Rufisque, Bissao, Boulam, Conakry, Grand Bassam, Cape Coast Castle, Accra, Lagos, Old Calabar, Libreville, Loango, Brazzaville (sur le Stanley Pool), Boma, Loanda et Benguela.

Sur la côte orientale, il y a à signaler : l'Est Africain anglais, l'Est Africain allemand, le Mozambique (Port.); puis, dans l'océan Indien : les îles de Madagascar (Fr.), les Comores (Fr.), Zanzibar (Angl.), Maurice (Angl.) et La Réunion (Fr.). Ces pays expédient leur caoutchouc par les ports de Mombasa (O. A. A.) Quelimane, Beira, Lourenço-Marquès (Mozambique), Zanzibar, Nossi-Bé et Tamatave (Madagascar).

Région asiatico-océanienne. — En Asie, il faut citer : les Indes anglaises (provinces de Bengale et d'Assam), la Birmanie, l'île de Ceylan, la presqu'île de Malacca, le Siam, le Cambodge, la Cochinchine, l'Annam, le Tonkin, le Laos.

En Océanie, on récolte le caoutchouc : d'abord, dans une partie de l'Australie, puis dans l'archipel de la Malaisie, notamment dans les îles de Sumatra,

Java, Bornéo, la Nouvelle-Guinée, les Philippines, enfin dans la Nouvelle-Calédonie et les îles Fidji.

Les produits de Ceylan, de la Birmanie et de l'Assam s'expédient principalement par Rangoon et par Calcutta. De Penang et Singapour, on reçoit les caoutchoucs de la presqu'île de Malacca et de la Malaisie, dont la provenance est désignée sous le nom commercial de *Straits Settlements,* désignation anglaise de cette contrée. L'île de Java exporte ses produits par Java et l'Indo-Chine française par Hanoï.

PRODUCTION. — EXPORTATION.

La production totale de caoutchouc, qui était insignifiante il y a trois quarts de siècle, a commencé à prendre de l'importance vers l'année 1870. Depuis lors, elle n'a cessé de se développer; mais c'est surtout à la fin du siècle dernier qu'elle atteint des proportions vraiment considérables. Le tableau suivant, dont les chiffres sont, d'ailleurs, approximatifs, permet de se rendre compte de l'allure rapide de cette progression.

ANNÉE.	PRODUCTION TOTALE.	ANNÉE.	PRODUCTION TOTALE.
1830 . . .	23 tonnes.	1898 . . .	53,300 tonnes.
1850 . . .	381 —	1900 . . .	59,700 —
1870 . . .	7,600 —	1903 . . .	67,600 —
1888 . . .	11,000 —	1905 . . .	76,100 —

La production se répartit d'une manière fort inégale entre les trois groupes de pays producteurs cités précédemment. Ce rapport est, au surplus, sujet à

variation, l'exploitation pouvant se ralentir ou même s'éteindre dans certaines régions par suite de la destruction des plantes productrices, alors qu'elle augmente d'intensité dans d'autres. Toutefois, c'est toujours l'Amérique qui intervient pour la plus grosse part, car on y récolte à peu près les deux tiers de la quantité totale. Pour l'année 1901, cette quantité se subdivisait, approximativement, de la manière suivante :

Amérique	41,500 tonnes.
Afrique	19,000 —
Asie et Océanie	2,500 —
TOTAL. . .	63,000 tonnes.

Le Brésil est, de loin, le pays le plus fort producteur de caoutchouc : à lui seul, il fournit près de la moitié du poids total jeté sur le marché. Au second rang, se place l'État Indépendant du Congo, qui, depuis 1900, exporte, en chiffres ronds, 4,600 tonnes par an [1]. Après, viennent, par ordre d'importance : la Bolivie, l'Angola, la Côte d'or, la Guinée française, la Nigérie, les États Fédérés malais et Ceylan. Chacune de ces contrées livre, chaque année, une quantité variant de 3,000 à 1,000 tonnes.

Si l'on envisage la qualité, c'est le caoutchouc dit du Para, extrait de l'*hevea brasiliensis,* qui tient la tête. Pendant l'année 1905-1906, sur une production totale

---

[1] L'exploitation du caoutchouc au Congo remonte à peine à l'année 1886.

de 76,100 tonnes, plus de 34,500 tonnes étaient de cette provenance. C'est dans cette catégorie que l'on trouve les sortes les plus fines et les plus estimées; le reste se compose de caoutchoucs de qualité courante et de qualité inférieure.

Le commerce du caoutchouc se pratique de façon différente, suivant les régions considérées.

En Afrique, ce trafic est, souvent, entre les mains de sociétés qui possèdent de vastes concessions de terrains. Le caoutchouc récolté par les indigènes est troqué contre divers produits de consommation et expédié aux succursales ou aux maisons de consignation en Europe. Celles-ci l'emmagasinent et le mettent en vente sur le marché, soit directement, soit par l'intermédiaire de courtiers. Dans les colonies anglaises et portugaises d'Afrique, ainsi que dans la Guinée française, le commerce est complètement libre et se règle par le jeu naturel de la concurrence; un certain nombre de négociants ayant établi des comptoirs d'échange à certains endroits de l'intérieur, les nègres cèdent leur caoutchouc à ceux d'entre eux qui leur font les offres les plus avantageuses.

En Amérique, d'autres usages sont en vigueur. Ainsi, dans l'Amazonie, le caoutchouc est récolté par des exploitants auxquels est concédée une certaine étendue de terrain le long des cours d'eau et qui ont sous leurs ordres des travailleurs blancs ou indiens, appelés *seringueiros*. Le plus souvent, ces entrepreneurs traitent avec des commerçants intermédiaires établis en grand nombre à Belem (Para) et, surtout, à

Manaos (Amazone), à Yquitos (Pérou), lesquels reçoivent le caoutchouc en échange de marchandises de toute nature nécessaires à la vie. Aux ports d'embarquement, les produits sont examinés, classés, évalués et, finalement, achetés par les véritables exportateurs, représentés par quelques maisons américaines, anglaises, brésiliennes, etc. Ces établissements se chargent d'expédier le caoutchouc vers les marchés consommateurs.

Aux Indes Orientales, le commerce se fait, également, par voie d'échanges entre les indigènes et des négociants établis sur place. Dans certains endroits, entre autres à Ceylan, à Java, aux Philippines, d'importantes sociétés ont commencé des cultures régulières sur des terrains dont elles ont fait l'acquisition. Ce sont les premiers exemples d'exploitation rationnelle forestière et agricole, appliquée sur une grande échelle à la production du caoutchouc. Les résultats de ces expériences ont été concluants et, actuellement, il n'est pas rare de voir aux ventes publiques de Londres, des quantités de 40 à 50 tonnes provenant exclusivement de plantations méthodiques.

MARCHÉS. — MODE D'ACHAT.

La production totale de caoutchouc du monde est absorbée, d'une façon très inégale, par l'Europe et par l'Amérique du Nord. Pendant l'année 1905, environ 28,600 tonnes ont été expédiées vers les États-Unis et le Canada, en majeure partie, par les ports de New-York, tandis que le reste, soit 47,500 tonnes,

était dirigé vers les contrées de l'Europe, par les principaux ports suivants :

Liverpool . . .	21,900	tonnes	approximativement.
Hambourg . . .	8,100	—	—
Anvers	5,700	—	—
Le Havre . . .	5,700	—	—
Londres . . .	2,300	—	—
Bordeaux . . .	1,300	—	—

Lisbonne a reçu, pendant la même période, environ 2,500 tonnes qui ont été, en grande partie, réexpédiées vers l'Angleterre, l'Allemagne et les États-Unis.

Après ces places, on peut encore citer Rotterdam et Marseille.

Bien que la plupart des ports européens reçoivent des caoutchoucs de diverses provenances, ceux-ci sont souvent acheminés par certaines voies, de préférence à d'autres. Ainsi, la presque totalité du caoutchouc du Para est exportée, d'abord vers New-York (qui absorbe, à elle seule, plus de la moitié de la production américaine), et, dans l'ancien monde, vers Londres et, surtout, vers Liverpool, qui est le grand marché européen pour cette variété de caoutchouc. Cependant, depuis quelques années, des quantités croissantes de Para sont dirigées vers les ports d'Anvers et du Havre. Hambourg reçoit des caoutchoucs des diverses provenances. Lisbonne est le port de destination des caoutchoucs récoltés dans les colonies portugaises (Angola, Guinée). Les produits des Indes néerlandaises arrivent à Rotterdam; ceux des colonies françaises viennent au Havre, à Bordeaux, à Marseille. Anvers est devenu le marché spécial des caoutchoucs

de l'État Indépendant du Congo; toutefois, on y débarque aussi des caoutchoucs d'origines diverses, voire même, du Para, depuis qu'on y a établi une escale d'une ligne de steamers venant en droiture de l'Amazonie. La place d'Anvers a, en peu de temps, acquis une situation importante dans le commerce mondial du caoutchouc. Il est intéressant de montrer, par quelques chiffres, en combien peu d'années s'est accompli ce développement. Le tableau ci-dessous permettra de se rendre compte de la progression rapide des importations de caoutchouc à Anvers, depuis l'année 1889 jusqu'à l'année 1906 (1).

ANNÉES.	QUANTITÉS. Kilogrammes.	ANNÉES.	QUANTITÉS. Kilogrammes.
1889	5,000	1898	2,014,591
1890	30,000	1899	3,402,880
1891	21,000	1900	5,698,000
1892	63,000	1901	5,849,000
1893	167,196	1902	5,404,000
1894	274,500	1903	5,726,000
1895	531,074	1904	5,763,000
1896	1,115,875	1905	5,713,728
1897	1,679,154	1906	5,772,062

D'autre part, des quantités assez importantes de caoutchouc sont maintenant réexpédiées d'autres ports européens vers Anvers, pour y être mises en vente. Si l'on tient compte de cet apport, on arrive, pour l'année 1906, à un poids total de 11,007,760 kilogrammes débarqués sur la place d'Anvers, dont

(1) D'après les statistiques publiées par la maison Grisar et Cie d'Anvers.

9,440,661 kilogrammes ont été mis en vente sur le marché, le reste ayant passé en transit dans le pays (1).

En général, l'industrie belge se fournit sur le marché d'Anvers pour les produits de qualité courante et sur le marché de Liverpool pour le Para; cependant, on achète aussi ces sortes à Hambourg et au Havre.



Lot de caoutchouc à Anvers.

Voici comment on procède d'habitude pour les achats effectués à Anvers (2) :

Les caoutchoucs du Congo arrivent généralement

(1) D'après la statistique officielle publiée par le Ministère des Finances.

(2) D'après les renseignements fournis par M. A. Lalière, professeur à l'Institut Supérieur de Commerce d'Anvers.

sous forme de paquets entourés d'une simple ou d'une double natte tressée. Aussitôt déposés dans les magasins, on les soumet à diverses manipulations dans le but d'en faire des lots pour la vente. Chaque paquet est tranché par le milieu ce qui permet de se rendre compte de l'aspect de la matière à l'intérieur et de faire un classement par sortes. Chaque sorte, pesée et mise à part, constitue un lot. Tout lot peut, d'ailleurs, renfermer plusieurs qualités désignées par les noms *sain, assez collant, collant, etc.*

Lors du découpage des paquets, l'on procède à un véritable échantillonnage, c'est-à-dire, qu'on prélève de chaque qualité un certain nombre de tranches de quelques centimètres d'épaisseur, représentant fidèlement l'ensemble de la sorte. Ces échantillons servent aux courtiers à faire la description des lots, description publiée sous forme de note, vingt jours au moins avant la date fixée pour la vente. Outre les renseignements complets sur les poids et les diverses qualités, cette note indique la valeur taxée, le plus consciencieusement possible, par le courtier, suivant la tendance du marché.

Les descriptions, accompagnées des petits échantillons, sont adressées aux maisons intermédiaires de la place pour être distribuées aux clients, industriels, exportateurs, etc. Les acheteurs peuvent, d'ailleurs, se procurer de plus grands échantillons moyennant paiement.

Les ventes se font par inscription, chaque acheteur remettant ses offres sous enveloppe cachetée au courtier. La marchandise est livrée au plus offrant, sans

obligation, toutefois, pour le vendeur, d'accepter le prix proposé, s'il le juge insuffisant. Avant d'être mis en sacs et expédiés, les lots sont pesés contradictoirement et scrupuleusement, au dixième de kilogramme. S'il se présente plusieurs amateurs pour le même lot, celui-ci est partagé au prorata des quantités demandées.

Le prix du caoutchouc est toujours fixé en francs par kilogramme, avec 2 p. c. d'escompte, paiement à 15 jours.

Ajoutons que la vente ne se fait qu'aux firmes connues de la place d'Anvers, de sorte que les acheteurs étrangers doivent nécessairement passer par l'intermédiaire des maisons de commission de cette place.

QUALITÉS. — PRIX.

Les caoutchoucs d'un même pays et même ceux qui sont originaires d'une même région, sont loin d'être équivalents au point de vue de la qualité. Celle-ci peut différer beaucoup, non seulement d'après l'espèce végétale qui a fourni le produit, mais encore avec les conditions dans lesquelles s'est faite la récolte du latex. Elles peuvent aussi varier avec l'âge de l'arbre, la saison, le moment de la journée où l'extraction a été effectuée. D'autre part, nous savons que le procédé de coagulation peut avoir une grande influence sur la pureté du produit, sur son degré d'assèchement, exercer une action sur les matières putrescibles. Ce qui fixe la valeur d'une sorte déterminée de caoutchouc, c'est, avant tout, sa provenance, car cette

indication fait connaître la plante qui l'a fournie et les méthodes suivies pour l'extraction et la coagulation. Il faut aussi noter qu'un même pays peut fournir des caoutchoucs récoltés dans des districts différents et qui ne sont pas équivalents. D'autre part, d'une même région peuvent arriver plusieurs qualités distinctes, bien qu'extraites d'une même essence végétale, les modes d'opérer n'étant pas toujours identiques.

Ce que l'on recherche surtout dans le caoutchouc, c'est une consistance ferme, nerveuse, ainsi qu'un grain serré et homogène. Les produits de qualité inférieure sont mous, flasques, sans ressort. Parmi les sortes les moins estimées, les unes ont un toucher gras et poisseux; d'autres ont une texture sèche, plus ou moins cassante. Ces défauts sont dus à la présence d'une forte proportion de résine ou d'autres impuretés. Il va de soi que, entre ces types généraux, on trouve toutes les transitions possibles; mais c'est toujours le degré de nervosité qui sert de criterium dans l'estimation du caoutchouc.

Les évaluations commerciales sont basées sur un examen pratique de la marchandise, portant sur une tranche de la matière fraîchement coupée; l'expert procède par comparaison en tenant compte des fluctuations des marchés. Il est utile, pour les transactions, que cette méthode d'appréciation soit complétée par des essais précis d'ordre scientifique. Les usines bien organisées possèdent, maintenant, des laboratoires affectés aux essais physiques, mécaniques et chimiques du caoutchouc. C'est là une question intéressante, qui n'est pas encore complète-

ment élucidée et sur laquelle nous reviendrons ultérieurement (1).

D'après ce qui vient d'être dit, l'on conçoit que le prix du caoutchouc doit varier dans des limites assez étendues, ce prix dépendant des qualités que le produit possède. Pour en donner une idée, nous passons en revue, ci-après, les principales sortes offertes à la consommation, en reprenant les trois groupes géographiques déjà indiqués précédemment.

Caoutchoucs américains. — Le caoutchouc le plus recherché, celui qui atteint toujours la plus grande valeur sur tous les marchés, à cause de sa nervosité, de sa pureté, de son homogénéité, est celui dit *de Para,* produit par l'*hevea brasiliensis* et récolté dans le bassin de l'Amazone. C'est le prix du Para qui règle celui des autres qualités.

Le Para est fourni habituellement en trois types :

1° Le Para *fina* est le caoutchouc par excellence, nerveux et élastique. Il arrive sous forme de gâteaux ou biscuits (cakes) pesant de 3 à 5 kilogrammes (bas Amazone) ou de 10 à 15 kilogrammes (haut Amazone), emballé dans des caisses d'une contenance de 130 à 140 kilogrammes. Extérieurement, sa couleur est d'un brun très foncé; coupé par le milieu, le pain montre une texture feuilletée provenant du mode de coagulation employé; la teinte est claire et devient de plus en plus blanche vers le centre. En 1906, cette qualité

(1) Voir, ci-après, ***Essais du caoutchouc manufacturé.***

s'est vendue de 15 fr. 50 c. à 16 fr. 50 c. le kilogramme;

2° L'*entrefina* est une qualité mixte, un peu moins nerveuse, contenant un peu plus d'eau que la précédente. Elle n'en diffère guère par l'aspect extérieur, mais sa texture n'est que partiellement feuilletée. Ce produit est, en effet, constitué par les pellicules figées retirées des petits vases à latex et des lèvres des incisions; ces pellicules sont agglomérées en une petite masse dont on augmente le volume par plusieurs immersions dans le grand récipient à latex avec enfumage subséquent. La valeur de ce type se maintient, en moyenne, à un franc en dessous du fina;

3° Le *sernamby,* aussi appelé *negroheads,* est une qualité inférieure, formée par les raclures, les bavures, les résidus des récipients; tous ces déchets sont entassés et pressés dans des barils renfermant généralement 200 kilogrammes. La couleur du sernamby est noire à l'extérieur et, à l'intérieur, blanche, veinée de stries noires. Ce produit se présente en masses irrégulières; il est loin de posséder les qualités du fina, car il n'est pas obtenu par les mêmes procédés. Néanmoins, par le fait de son origine même, sa valeur s'est maintenue entre 10 fr. 50 c. et 11 francs.

Il y a encore d'autres caoutchoucs d'hévéa, notamment le *Para blanc* (Matto Grosso), puis des qualités, peu différentes du Para brésilien, provenant des autres contrées de l'Amérique méridionale.

Le caoutchouc du Céara (maniçoba), fourni par le *manihot Glaziovi* est assez estimé, comme nervosité;

mais, il n'est pas aussi pur que le Para et donne plus de déchet. D'une teinte ambrée plus ou moins foncée, il arrive en gros blocs constitués par la réunion de boules ou pelotes formées, elles-mêmes, par de fines lanières agglomérées (scraps). En 1906, cette sorte était cotée à 10 fr. 50 c. le kilogramme.

Le caoutchouc de l'*Hancornia speciosa* (mangabeira), expédié par les régions centrales du Brésil, est une bonne sorte moyenne dont la valeur atteint 8 fr. 50 c. à 12 francs, en dépit de la méthode défectueuse suivie pour la coagulation. Ce produit affecte la forme de masses irrégulières ou de plaques volumineuses.

Le caoutchouc du castilloa se présente sous divers aspects selon le pays de provenance : planches de 50×60 centimètres sur 1 à 5 centimètres d'épaisseur (sheets), petites boules de 5 à 6 centimètres de diamètre (marbles) ; gros boudins, blocs volumineux, plaques, lanières, etc. Ce caoutchouc est de couleur plus foncée que le Para. Moins pur que ce dernier, mais doué d'une nervosité remarquable, il obtient des prix variant de 6 à 14 francs.

Caoutchoucs africains. — L'Afrique fournit une grande variété de caoutchoucs de qualités fort disparates. Les meilleures sortes ont, toutefois, une valeur moindre que le Para, bien que suivant ce dernier d'assez près. Ces caoutchoucs sont, généralement, d'une teinte assez foncée : brun, rouge brun, quelquefois gris ardoise. Les formes sous lesquelles ils nous parviennent sont très nombreuses. Tantôt, ce sont de petits cubes ou dés (thimbles), des billes, des

lanières, des fils roulés en pelotes (scraps), de petits disques; tantôt, les dimensions sont plus fortes : boules volumineuses parfois soudées ensemble, boudins, fuseaux, lames rectangulaires, plaques bombées ou aplaties, gros blocs, pains en forme de parallélipipèdes, ou masses irrégulières agglomérées. Ces produits sont souvent emballés dans des nattes formant une espèce de panier.

Sur la place d'Anvers, les caoutchoucs africains, en majeure partie congolais, sont répartis en huit types différents : le premier comprend les caoutchoucs *sains;* les autres sont classés suivant qu'ils sont plus ou moins collants.

Le Congo n'exporte pas moins de vingt-six sortes de caoutchouc. Parmi les plus importantes, nous citerons, comme qualités supérieures et moyennes, celles qui viennent du Kasaï, de l'Équateur, du Lopori, de la Mongalla, de l'Uellé, du Lomami, du lac Léopold II, cotées de 8 fr. 50 c. à 13 francs le kilogramme. Les caoutchoucs fournis par la Djuma, l'Ogooué, le Bas-Congo, sont de qualité inférieure.

Caoutchoucs asiatico-océaniens. — Ces caoutchoucs arrivent généralement en petits blocs ou en pains peu volumineux. De Calcutta, on les expédie en ballots enveloppés de toile de jute et liés par des rotins. Ces caoutchoucs sont de couleur foncée et, généralement, de qualité médiocre. Les meilleures sortes valent de 7 à 10 francs. Mais, il y a également des produits très impurs, obtenus par des procédés de récolte absolument défectueux, et ne renfermant qu'une faible

proportion de caoutchouc. Ils sont fort peu estimés; leur valeur peut descendre jusqu'à 2 francs le kilogramme.

Depuis quelque temps, on commence à offrir sur le marché, sous le nom de *straits settlements*, du caoutchouc provenant des cultures méthodiques d'hévéas, entreprises notamment à Ceylan. Ce type, remarquable par une grande pureté et une très faible teneur en résine, s'est vendu jusque 17 francs le kilogramme. Bien qu'étant au moins égal au Para naturel en ce qui concerne la composition chimique, cette sorte, s'il faut en croire les spécialistes, lui serait, cependant, légèrement inférieure au point de vue du nerf et de l'élasticité.

Remarque. — D'une façon générale, on peut dire que la valeur du caoutchouc, tout en étant sujette à des fluctuations provoquées moins par les variations de la consommation que par les inégalités de la production, n'a cessé de s'élever depuis le moment où ce produit est entré dans les usages courants de l'industrie. Il y a un demi-siècle, le caoutchouc se vendait de 5 à 7 francs le kilogramme; son prix a donc plus que doublé depuis cette époque. L'augmentation a surtout été sensible à partir de 1896; elle s'est encore accentuée dans les dernières années. Ainsi, en 1905, les cours étaient de 13 p. c. supérieurs à ceux de 1904.

Cette hausse, qui n'a subi que de rares et courtes interruptions, a pour cause la demande croissante de caoutchouc, amenée par les besoins toujours plus

grands des industries qui emploient ce genre de produit : fabrication de toutes sortes d'articles médicaux et hygiéniques, d'appareils techniques, de tuyaux, de câbles électriques, de bandages pneumatiques pour cycles et automobiles, etc. Lorsque l'on considère le développement rapide et extraordinaire qu'ont pris, dans ces derniers temps, ces diverses branches de l'activité, l'on comprend sans peine que la consommation de caoutchouc augmente chaque année dans des proportions considérables, au point que la production de cette substance ait peine à suivre le mouvement. Les exigences de l'industrie n'ayant aucune tendance à diminuer, il semble bien qu'il ne faille pas s'attendre de sitôt à un fléchissement dans la valeur du caoutchouc.

C. Principales propriétés du caoutchouc.

COMPOSITION DU CAOUTCHOUC BRUT.

Il n'y a pas bien longtemps que les savants se sont mis d'accord pour admettre que le caoutchouc est un hydrocarbure de la série aromatique, rentrant dans la famille des *terpènes,* représentés par la formule générale $C^{10}H^{16}$. Telle est donc la composition chimique du produit pur, dégagé de toutes matières étrangères. En réalité, dans le caoutchouc brut du commerce, l'hydrocarbure est toujours accompagné d'une certaine dose d'impuretés qui ont pour effet d'en diminuer la qualité. Indépendamment de l'eau, dont il est difficile de purger complètement le caoutchouc, il faut citer,

avant tout, parmi ces éléments dépréciateurs, la *résine,* dont la proportion varie de 1 à 12 p. c. du poids total et peut atteindre même 20 p. c. dans les sortes très poisseuses. En moyenne, la teneur en résine dans le Para, et dans le caoutchouc d'*hevea* en général, est de 3 p. c. La présence de cette résine constitue une gêne sérieuse dans les manipulations industrielles que l'on fait subir au caoutchouc.

Les autres matières étrangères sont surtout représentées par de menus débris de bois, de feuilles ou d'écorce, par du sable ou de la terre, dont le latex a été souillé au moment de la récolte ou qui, parfois, ont été introduites frauduleusement dans le produit. Lorsqu'on fait l'analyse chimique du caoutchouc on trouve toujours, comme résidu fixe ou cendres, une petite partie de substances minérales provenant, soit de la sève qui accompagne le latex, soit des impuretés mélangées au produit, soit, enfin, de certains agents chimiques ajoutés pour provoquer la coagulation (alun, sel marin).

En résumé, la quantité totale de matières étrangères (y compris l'eau) que renferme le caoutchouc brut est fort variable. A peine de 10 à 15 p. c. dans les sortes les plus fines de Para, elle se tient dans la proportion de 15 à 35 p. c. dans les qualités moyennes, et s'élève, parfois, jusque 70 p. c. dans les produits tout à fait inférieurs. Par ces chiffres, on peut supputer, d'une façon approximative, quel sera, pour les différentes qualités commerciales, le rendement du produit brut en caoutchouc épuré propre à la fabrication.

CARACTÈRES DU CAOUTCHOUC PUR.

Nous avons déjà dit que le caoutchouc pur, fraîchement coupé, est blanc, ou plutôt incolore, la teinte blanche lui étant communiquée par la présence de l'eau. Les nuances plus ou moins foncées que l'on constate, notamment à l'extérieur, sont dues soit à une substance colorante provenant de la sève, soit à l'action des agents atmosphériques qui altèrent peu à peu le caoutchouc.

Le caoutchouc lui-même n'a pas d'odeur; celle qui s'en dégage, est le fait des matières putrescibles qu'il peut renfermer ou bien elle provient des procédés suivis pour la coagulation.

Son poids spécifique est compris entre 0,919 et 0,942. C'est donc une substance légère, flottant sur l'eau, particularité qui vient à point dans certaines applications.

Malgré sa faible densité, le caoutchouc possède une grande ténacité et une texture nerveuse remarquable. De cette qualité fondamentale découlent deux autres propriétés importantes : l'*élasticité* et l'*extensibilité*. On a constaté qu'un ruban de Para pouvait supporter pendant assez longtemps, sans se rompre, un allongement égal à cinq fois sa longueur, et qu'il reprenait ensuite ses dimensions primitives.

Le caoutchouc est un corps mauvais conducteur de la chaleur et de l'électricité.

Par l'action du froid, il se contracte et perd peu à peu son élasticité; vers 3 ou 4° C., il devient rigide; on dit alors qu'il est gelé.

La chaleur, au contraire, le dilate et le ramollit. A mesure qu'on le chauffe, il perd momentanément sa nervosité. A 145° C., il devient gluant, sans consistance ; il se liquéfie même tout à fait si l'on porte sa température à 170 ou 180° C. Inutile d'ajouter que, comme toute matière organique hydrocarburée, il est susceptible de brûler avec flamme.

Une autre qualité caractéristique du caoutchouc naturel, c'est son *adhésivité,* c'est-à-dire, la faculté qu'il a de se souder à lui-même d'une façon complète. Cette propriété est exaltée par la chaleur, de sorte que, si on chauffe le caoutchouc à une température modérée, on obtient une masse plastique, à laquelle on peut facilement faire prendre la forme que l'on désire, précieux avantage constamment mis à contribution dans l'industrie.

L'eau n'a pas une action immédiate sur le caoutchouc. Elle ne le dissout pas, mais le pénètre lentement et finit par le faire gonfler. C'est là un inconvénient auquel on a su remédier dans la pratique par un traitement approprié, ainsi que nous le verrons plus loin.

Par contre, plusieurs liquides, entre autres, l'éther, le sulfure de carbone, la benzine, le naphte, ont la propriété de dissoudre le caoutchouc, sinon complètement, au moins en ne laissant qu'un faible résidu. Les dissolvants les plus intéressants, au point de vue industriel, sont représentés par les huiles légères provenant de la distillation du goudron et du pétrole, lesquelles peuvent absorber jusque 30 p. c. de leur poids de caoutchouc. Il est très facile d'éliminer

ensuite le liquide par évaporation ; ce fait est largement utilisé dans la pratique.

Ainsi que nous l'avons déjà signalé, l'air et la lumière exercent une influence marquée, quoique lente, sur la composition du caoutchouc. Cette influence se manifeste surtout par une modification de la teinte superficielle. Avec le temps, cette altération peut se propager jusque dans l'intérieur de la masse ; il s'agit ici, en réalité, d'une véritable oxydation.

Au point de vue chimique, constatons, tout d'abord, que le caoutchouc est peu sensible à l'action des acides et des alcalis, pourvu que ceux-ci soient convenablement dilués. Mais il est une autre particularité qui doit attirer l'attention, parce qu'elle joue un grand rôle dans la mise en œuvre de cette substance. Le caoutchouc étant un hydrocarbure non saturé, il est susceptible de fixer, lorsque l'occasion s'en présente et que les conditions sont favorables, certains corps simples à affinité accentuée, comme le chlore, le brôme, l'iode, l'oxygène et le soufre. La combinaison du caoutchouc avec le soufre est surtout intéressante, car elle a été le point de départ de l'utilisation industrielle de ce produit. Cette question est de première importance et nous lui consacrons, ci-après, un paragraphe spécial.

Faisons observer, auparavant, que les propriétés essentielles qui caractérisent le caoutchouc — élasticité, extensibilité, faculté de se souder à lui-même, plasticité à chaud—, il les possède à un très haut degré et qu'il est susceptible de les conserver, avec plus ou

moins d'intensité, lorsqu'il est mélangé, même en proportion considérable, avec des substances minérales inertes. Ce point est d'une grande portée pratique; il rend, en effet, possible l'application du caoutchouc à des fabrications de tout genre et permet de doser, pour ainsi dire à volonté, le degré d'élasticité que l'on désire communiquer aux produits manufacturés, en employant pour leur composition d'autres substances jouant le rôle de charges. Du même coup, on abaisse considérablement le prix de la matière première. Dans bien des cas, d'ailleurs, le caoutchouc pur ne conviendrait absolument pas pour l'usage que l'on a en vue, et ce n'est que par des mélanges judicieux que l'on parvient à donner aux objets fabriqués certaines qualités indispensables, tout en leur conservant les propriétés essentielles inhérentes au caoutchouc. Nous aurons l'occasion de revenir sur ce sujet lorsque nous nous occuperons des substances employées comme adjuvants.

CONDITIONS ET EFFETS DE LA VULCANISATION.

Lorsqu'au début, on a soumis le caoutchouc aux investigations du laboratoire, on n'a pas tardé à découvrir l'affinité dont il est doué pour le soufre. Si, dans certaines conditions de température, on met en présence le caoutchouc avec du soufre ou avec un composé susceptible de mettre du soufre en liberté, on constate qu'il se produit une combinaison chimique des deux substances. Comme résultat, on obtient un nouveau corps qui, tout en rappelant

incontestablement le caoutchouc naturel, a acquis, sous certains rapports, une manière d'être franchement différente de ce dernier. Cette nouvelle substance est le caoutchouc *vulcanisé.*

Par la vulcanisation, le caoutchouc perd certaines de ses propriétés, mais, en revanche, il en acquiert de nouvelles qui en font un produit précieux au point de vue de ses applications. Loin de nuire aux qualités intrinsèques du produit, cette opération a, au contraire, pour effet de les renforcer, de les fixer, pour ainsi dire. La faculté de coller, de se souder à lui-même, de se dissoudre dans certains dissolvants, se trouve, il est vrai, annihilée dans le caoutchouc vulcanisé; mais, c'est là précisément ce qui rend son emploi possible dans la pratique. En même temps, le caoutchouc vulcanisé a gagné plus de solidité, d'élasticité, de nervosité et de résistance vis-à-vis des diverses causes d'altération pouvant influer sur le caoutchouc à l'état naturel. La chaleur, la vapeur de même que les liquides corrodants ont moins de prise sur lui. L'eau ne peut plus le pénétrer et il est devenu réellement étanche, même sous une faible épaisseur. Contrairement à ce qui se passe avec le caoutchouc naturel, ces propriétés ne subissent aucune modification par l'action du froid ou d'une chaleur non exagérée. Ainsi, le caoutchouc vulcanisé conserve de l'élasticité et de l'extensibilité en dessous de 0° de même qu'à une température de 180 à 200° C. Par le fait, sa durabilité s'est accrue dans des proportions considérables. Ajoutons que la vulcanisation n'amoindrit en rien sa propriété diélectrique.

La quantité de soufre susceptible de s'unir chimiquement avec le caoutchouc en le faisant passer de l'état plastique à l'état élastique, ne dépasse pas théoriquement 1 $\frac{1}{2}$ p. c. du poids de la matière traitée. En réalité, dans la pratique, on dépasse toujours notablement ce chiffre, afin d'assurer la combinaison. La proportion de soufre ajoutée est généralement comprise entre 2 $\frac{1}{2}$ et 10 p. c.; elle atteint souvent 15 à 25 p. c. et même plus. Il ne faut pas oublier, en effet, que, presque toujours, on opère sur des mélanges, qu'une bonne partie du soufre se répartit dans la charge et qu'elle échappe, par conséquent, à la vulcanisation; or, nous verrons plus loin que les matières inertes entrent souvent en très forte proportion dans les compositions. L'excédent de soufre non combiné reste libre et inerte au sein de la masse. Le degré de nervosité et même de rigidité augmente à mesure que la proportion de soufre s'élève; il est d'autant plus accentué que la chaleur à laquelle on a opéré la vulcanisation est plus haute et que celle-ci s'est prolongée pendant plus longtemps. De sorte que, en faisant varier la quantité de soufre employée, le degré de température adopté pour l'opération, la durée de la vulcanisation, on peut obtenir des produits offrant toutes les gradations voulues de dureté, jusqu'à obtenir une consistance se rapprochant de celle de la corne; le caoutchouc durci à ce point a reçu le nom d'*ébonite*.

L'expérience a montré que, pour déterminer le durcissement du caoutchouc naturel, il faut lui ajouter une quantité de soufre qui ne doit pas être inférieure

à 20 p. c. de son poids. Avec cette dose, le produit présente encore une flexibilité relative. Si l'on continue à augmenter la proportion de soufre, il arrive un moment où le caoutchouc est, en quelque sorte, saturé; tout excédent produit un effet nuisible. Ainsi, l'on a constaté que, si l'on dépasse 35 p. c., la matière devient cassante et de plus en plus friable.

Il importe de faire remarquer que, lorsqu'il s'agit de réaliser la vulcanisation du caoutchouc pur destiné à la confection de produits souples de bonne qualité, on tache de se rapprocher, le plus possible, de la proportion théorique de 1 $\frac{1}{2}$ p. c., car le soufre non combiné atténue l'élasticité de la masse.

Quant à la température à laquelle on effectue la vulcanisation, l'on considère que le soufre, pour se répandre uniformément dans le mélange et agir en tous les points, doit entrer en fusion; cette liquéfaction se produit entre 114 et 128° C. C'est donc ce degré de chaleur qu'il convient d'atteindre. Dans bien des cas, on pousse la température plus loin et l'on opère à 128° et même à 145° C. Un autre facteur intervient, d'ailleurs, dans cette question : c'est la facilité plus ou moins grande avec laquelle les charges qui accompagnent le caoutchouc conduisent la chaleur.

MÉTHODES ET AGENTS DE VULCANISATION.

Il y a deux manières de réaliser la combinaison chimique du soufre et du caoutchouc : on peut procéder par incorporation ou par diffusion.

Procédé par incorporation. — C'est la méthode qui

reçoit les plus fréquentes applications dans l'industrie. Elle consiste à mélanger intimement au caoutchouc épuré une certaine quantité de soufre ou bien d'un polysulfure contenant du soufre non combiné ou susceptible d'en mettre en liberté, notamment par l'action de la chaleur. La réaction chimique n'a lieu, en effet, que sous l'effet d'une certaine température, ainsi que nous l'avons dit précédemment. L'opération, sur laquelle nous reviendrons plus loin, s'effectue soit dans un milieu chauffé directement par la vapeur, soit dans une étuve où l'atmosphère est maintenue sèche.

On fait généralement usage de soufre raffiné sous forme de fleur de soufre; ce soufre, fourni par l'industrie nationale, vaut de 18 à 19 francs les 100 kilogrammes. Dans certains cas, on a recours au soufre sublimé, parfaitement neutre, titrant 90 à 100° au tube Chancel; ce produit, plus pur, se vend de 24 à 27 francs les 100 kilogrammes.

Lorsque l'on doit donner au caoutchouc une teinte rouge ou jaune, intervient souvent, comme agent de vulcanisation, un composé qui joue, en même temps, le rôle de colorant : le *soufre doré d'antimoine* ou *kermès minéral*. Ce produit, qui est un mélange, en proportions variables, de trisulfure et de pentasulfure d'antimoine, cède au caoutchouc une quantité plus ou moins grande de soufre. D'autres colorants, entr'autres le sulfure de cadmium (jaune), le sulfure de mercure (vermillon), peuvent aussi aider à la vulcanisation, par le soufre libre qu'ils peuvent renfermer. Nous aurons l'occasion de reparler de ces substances dans le chapitre suivant.

Procédé par diffusion. — Ici, on ne mélange aucun ingrédient au caoutchouc avant de le façonner. Dès que l'objet est achevé, on le trempe dans un bain de vulcanisation. La combinaison entre le soufre et le caoutchouc s'établit à la surface de la pièce et, le liquide gagnant l'intérieur par capillarité, la réaction se propage de proche en proche dans toute de la paroi. Il est évident que ce procédé n'est pratiquement applicable qu'avec des objets dont les parois ont une faible épaisseur et qui sont constitués de caoutchouc tout à fait pur ou modérément chargé.

Le trempage peut s'exécuter à chaud ou à froid. Dans le premier cas, on fait fondre du soufre raffiné en canons et on immerge l'appareil dans ce bain. Le *soufre en canons,* fabriqué également à Anvers, ne vaut que 17 à 18 francs les 100 kilogrammes.

Dans le trempage à froid, on fait usage du *chlorure de soufre.* Ce composé, au contact du caoutchouc, abandonne son soufre; la réaction est assez vive. Le chlorure de soufre, qui est solide, ne peut être employé seul; il doit être dissous dans un liquide diluant qui, tout en lui servant de véhicule, mitige et régularise son action chimique. C'est donc encore sous forme de bain que cette substance entre en jeu dans le procédé dit *par trempage à froid,* sur lequel nous aurons l'occasion de revenir plus loin.

Le chlorure de soufre n'est pas fabriqué en Belgique. On le fait venir d'Allemagne; son prix est de 60 francs les 100 kilogrammes.

II

Matières diverses employées dans la fabrication.

Les nombreux produits qui, à un titre quelconque, interviennent dans les industries du caoutchouc, se classent en trois catégories bien distinctes.

En premier lieu, se placent les substances qui, unies intimement au caoutchouc et travaillées en même temps que lui, contribuent à former les compositions ou *mélanges* servant de base à la fabrication de tous les objets en caoutchouc.

Viennent, ensuite, des matériaux de nature fort variée que l'on combine aux mélanges, soit par *intercalation,* soit par *juxtaposition.*

Il faut considérer, enfin, un certain nombre de produits qui jouent un rôle *auxiliaire* dans les diverses manipulations, n'intervenant que d'une façon toute passagère dans la fabrication. Bien que ces matières ne se fixent pas dans les objets terminés, elles sont néanmoins indispensables à certaines opérations et font l'objet d'une consommation régulière, souvent considérable.

A. **Matières entrant dans les mélanges.**

Ces matières, de natures fort diverses, sont loin de remplir des fonctions identiques. Avant tout, il conviendra de dire quelques mots des *gommes-résines*, la gutta-percha et la balata, qui, parfois, sont combinées au caoutchouc ou bien travaillées seules dans les usines à caoutchouc en vue d'applications similaires. Nous passerons ensuite en revue : d'abord, les *succédanés et les substituts* du caoutchouc, employés pour remplacer partiellement le caoutchouc naturel; puis, les *adjuvants, les charges et les colorants*, ajoutés au caoutchouc en vue d'en modifier les propriétés, de lui communiquer l'une ou l'autre qualité nouvelle. Ces substances peuvent avoir une influence active dans l'élaboration de la pâte.

1° **Gommes-résines.**

GUTTA-PERCHA.

Plantes guttifères. — Dans le commerce, sous le terme général de gutta-percha, on comprend des substances de composition assez variable, qui, ainsi que le caoutchouc, sont des produits d'exsudation de certains végétaux. Le latex à gutta est fourni par des arbres ou des arbustes rentrant dans la famille des *sapotacées,* genre *dichopsis*, dont les principales espèces guttifères sont celles des *palaguium,* des *payena,* des *achras* et des *bassia*. La zone où croissent les plantes à gutta s'étend à 4 ou 5 degrés de chaque côté de l'équateur. On les rencontre surtout dans l'Archipel

Indien, les îles de la Sonde (Sumatra), la presqu'île de Malacca, la Nouvelle-Guinée, l'île de Bornéo, les îles Philippines, dans l'Annam, sur la côte occidentale d'Afrique, dans l'île de Madagascar, dans la Guyane, etc. Les palaguiums se développent bien sous un climat maritime, chaud et tranquille, dans un sol volcanique perméable, pas trop humide, mais riche en humus. Les payenas préfèrent un terrain sec et prospèrent sur les bords de la mer jusque 150 mètres d'altitude. Le bassia Parkii est un arbre à latex abondant, que l'on trouve, en Afrique, dans le bassin du Niger et dans la région des Niam-Niams ; il fournit une gomme comparable à celle des palaguiums. En général, les arbres à gutta sont clairsemés dans les forêts équatoriales, ce qui rend leur recherche fort pénible et contribue à maintenir au produit une valeur élevée.

Dès 1895, on a tenté d'acclimater les palaguiums au Congo, en les multipliant par graines, par marcottes et par boutures (à l'étouffée). Jusqu'à présent, il ne semble pas que ces essais aient abouti à des résultats décisifs.

Exploitation. — Le système d'exploitation des arbres à gutta offre quelque ressemblance avec le procédé suivi pour les essences à caoutchouc. A Sumatra, on abat les arbres et on pratique, sur le tronc, une série d'incisions parallèles en demi-cercle. A Bornéo, on enlève l'écorce, une partie de l'aubier, et l'on broie le tout. Le latex, qui est plus ou moins épais, suivant l'essence, est recueilli généralement sur des feuilles.

La récolte varie de 100 à 400 grammes par arbre. La coagulation se produit toute seule, mais on la hâte en traitant, à plusieurs reprises, le latex par l'eau chaude et en pétrissant la masse que l'on étale chaque fois en lame fine sur une surface plane. Après quoi, on moule la gutta en pains.

L'analyse a montré que les rameaux, les bourgeons et les feuilles des arbres à gutta renferment, également, une certaine quantité de latex. On a essayé, en Europe, d'extraire ce latex par voie de dissolution, mais cette méthode a dû être abandonnée parce que les dissolvants employés absorbaient aussi des substances étrangères et, surtout, à cause de la quasi impossibilité de se procurer la matière première. Depuis qu'on fait des expériences de culture rationnelle, on préconise un procédé paraissant plus pratique et qui consiste à faire sortir le latex non plus, cette fois, des feuilles mortes, mais des feuilles fraîches, traitées sur place. Ce système aurait l'avantage de conserver les arbres.

Qualités commerciales. — La gutta-percha brute se rencontre sur le marché, en qualités fort diverses et plus ou moins chargée d'impuretés, suivant les soins apportés à la récolte. Il faut dire aussi qu'avant d'arriver jusqu'aux négociants européens, le produit passe par les mains de plusieurs intermédiaires, indigènes ou chinois, qui ne se font pas faute d'y mélanger des matières étrangères par des procédés souvent perfectionnés.

La sorte la plus estimée est fournie par les pala-

guiums ; les payenas donnent une gomme cassante convenant plutôt pour les mélanges commerciaux. La gutta brute se présente sous forme de pains cylindriques, oblongs ou pyriformes, de blocs rectangulaires aplatis, pesant depuis 500 grammes jusque 10 kilogrammes. La couleur, plus ou moins foncée, varie du jaune clair au rose et au gris, à l'extérieur. Le produit est généralement embarqué dans les ports de Singapore, Penang, etc., et mis en vente, en Europe, sur les places de Londres, Rotterdam, Le Havre. Son prix varie de 5 à 15 francs selon la qualité.

En Belgique, l'industrie n'utilise guère la gutta-percha brute. On préfère la faire venir d'Allemagne ou d'Angleterre, déjà épurée. Cette épuration s'effectue de différentes façons, mais les procédés reviennent toujours à ramollir la gomme par l'eau chaude, à la débiter par fragments que l'on rape et que l'on soumet à un lavage à chaud à l'aide d'appareils appropriés ; la pulpe est recueillie, agglomérée, pétrie et, enfin, laminée en feuilles qui sont livrées au commerce. Dans ce traitement, la gutta subit une perte qui varie de 15 à 30 p. c. Il est facile, d'après cette donnée, de supputer la valeur de la gutta épurée.

Propriétés. — La gutta-percha n'est pas, comme le caoutchouc, formée d'une substance unique, mais bien d'un mélange de gomme proprement dite, faisant partie des corps hydrocarburés, avec une certaine quantité de résine, laquelle est un composé oxygéné. Le rapport entre ces deux constituants peut varier beaucoup et influer sur les qualités du produit. Il y a

des guttas qui renferment autant de gomme que de résine; certaines d'entr'elles en contiennent 2 ou 3 fois et jusque 6 fois plus. On trouve, donc, dans le commerce des produits plus ou moins tendres, moux et même collants, d'autres qui ont un certain nerf, d'autres qui sont durs, secs et, parfois, friables.

Les propriétés de la gutta diffèrent sensiblement de celles du caoutchouc.

A l'état de pureté, cette substance n'a pas de couleur; elle est même translucide sous une faible épaisseur. La gutta du commerce, fraîchement coupée, présente, à l'intérieur, une nuance plus claire qu'à la surface; cette teinte est blanche ou, comme pour la couche superficielle, légèrement colorée en jaune ou en rose par des substances étrangères. Le poids spécifique est compris entre 1,010 et 1,020; c'est donc une matière passablement plus dense que le caoutchouc.

Bien qu'offrant encore un toucher assez moëlleux, la gutta percha possède une texture plus serrée et plus rigide que le caoutchouc. On lui reconnaît, cependant, un certain degré de souplesse et d'élasticité. Elle est très tenace et peut supporter, sans se briser, une extension allant jusque 50 à 60 p. c. de sa longueur.

Une des propriétés les plus importantes de la gutta percha, est sa mauvaise conductibilité très accentuée par rapport à l'électricité, d'où son emploi comme corps isolant par excellence. Sa résistance diélectrique spécifique atteint, pour certaines qualités, jusque 3,000 mégohms-centimètres.

La gutta se laisse déjà façonner à froid; mais sa malléabilité augmente avec la température. Elle se

ramollit vers 37° C. et fond entre 90 et 100° C. On peut alors la mouler à volonté ; elle garde, ensuite, la forme qu'on lui a donnée, le refroidissement s'opérant plus ou moins vite suivant sa composition. Si l'on continue à élever la température, la gutta se résinifie peu à peu par absorption d'oxygène et, finalement, devient cassante.

De même que le caoutchouc, la gutta percha est assez sensible aux agents atmosphériques et s'altère assez rapidement sous leur influence. Elle est, toutefois, complètement imperméable à l'eau. Les huiles minérales légères ne peuvent la dissoudre que lorsqu'elle est mélangée avec du caoutchouc. Au point de vue chimique, la gutta se distingue non moins nettement de ce dernier. Mieux que lui, elle résiste à l'action de beaucoup de composés, notamment des acalis et des acides dilués. D'autre part, elle ne se combine pas chimiquement avec le soufre; il ne peut donc plus être question, ici, de vulcanisation; il s'ensuit qu'on ne doit mélanger la gutta avec le caoutchouc qu'en faible proportion, sous peine de ne pas réussir cette opération.

Ajoutons, pour conclure, que la gutta-percha a des applications moins nombreuses que le caoutchouc; mais, grâce à ses propriétés toutes particulières, elle est précieuse pour certains usages déterminés que nous indiquerons plus loin.

BALATA.

Le nom de *balata* sert à désigner commercialement une sorte de gomme-résine qui, au point de vue de

l'aspect et des propriétés, tient le milieu entre le caoutchouc et la gutta percha. Elle s'obtient, surtout, par la coagulation du latex, très épais, fourni par l'espèce de sapotacée appelée *mimusrops* (genre *purvio*). Cette espèce végétale est représentée par des arbres vigoureux croissant dans les régions chaudes, humides et marécageuses. On ne les exploite guère qu'au Vénézuéla et dans les Guyanes. Le plus souvent, le latex est extrait par incision. La coagulation peut s'opérer de deux façons : elle peut se faire naturellement et lentement, ou bien, elle peut être réalisée par des procédés artificiels et rapides. Dans le premier cas, on laisse sécher graduellement au soleil la sève, qui a été recueillie dans des vases plats en terre cuite, en bois ou en fer blanc; le produit est ainsi obtenu à l'état de plaques ou de gâteaux désignés commercialement sous le nom de *sheet balata*. Dans le second système, le latex, renfermé dans une chaudière, est soumis à l'ébullition, puis refroidi; on en retire la masse solidifiée sous forme d'une boule volumineuse : c'est le *block balata* du commerce.

Souvent, la balata brute contient une assez forte quantité de résine, dont la proportion peut aller jusque 40 et même 50 p. c. du poids total. La valeur de ce produit oscille entre 6 et 10 francs le kilo pour la bonne qualité; mais il y a des sortes tout à fait inférieures qui se vendent 1 et 2 francs qui sont employées en mélange.

Cette substance est remarquable par sa plasticité, sa ténacité et sa résistance à l'extension; c'est pourquoi

on l'ajoute aux mélanges servant à fabriquer les courroies ou destinés à être façonnés par étirage; elle facilite notamment le travail de la filière dans la confection des tuyaux par boudinage.

2° Succédanés et substituts du caoutchouc.

Le prix élevé atteint par le caoutchouc, prix qui semble devoir se maintenir longtemps encore, a naturellement suggéré aux fabricants l'idée de lui substituer des produits moins chers, dont les propriétés offrissent quelque analogie avec celles de la précieuse gomme. De toute part, l'on s'est mis à rechercher et à préparer des substances peu coûteuses, susceptibles de remplacer le caoutchouc, non pas d'une façon complète, mais dans certaines limites tracées par le genre même et la qualité des articles à fabriquer. Des compositions de ce genre sont maintenant employées d'une façon courante dans l'industrie du caoutchouc. Dans bien des cas, on peut les considérer comme des succédanés de cette matière première plutôt que comme des ingrédients de sophistication. Ajoutées au mélange avec discernement et en quantité restreinte, elles n'entraînent aucun inconvénient au point de vue des qualités usuelles de certaines catégories d'appareils, dont elles contribuent, d'ailleurs, à rendre le prix plus abordable. D'une façon générale, dans la préparation de ces substituts, on tâche de se rapprocher le plus possible du vrai caoutchouc en s'efforçant de réaliser les deux conditions suivantes : une densité à peu près équivalente, l'inalté-

rabilité par les divers agents destinés à se trouver en contact avec le caoutchouc.

Nous rangeons parmi ces substances, non seulement des produits artificiels, fabriqués de toute pièce, mais encore des résidus et des déchets, convenablement préparés, et renfermant le caoutchouc lui-même en proportion variable.

DÉCHETS DE CAOUTCHOUC.

Les déchets inévitables de la fabrication, tels que les rognures, les chutes provenant du découpage, peuvent être réemployés tels quels pourvu qu'ils ne renferment pas de fibres textiles et à condition qu'ils ne soient pas vulcanisés. S'il s'agit de déchets produits après vulcanisation, il faut les amener, au préalable, à l'état de poudre fine. Cette pratique a lieu couramment dans la fabrication de l'ébonite, où l'on réutilise une forte proportion de rebuts. Quant aux débris de caoutchouc souple, on leur fait subir un lavage, puis on les broie énergiquement entre des cylindres cannelés.

La pulvérisation des fragments de caoutchouc durci s'effectue différemment. On fait usage de petites meules montées sur un arbre horizontal. En face de chaque meule, se trouve un tube ou couloir en bois, dans lequel on introduit le morceau à travailler. Celui-ci est maintenu pressé contre la meule par un piston en bois dont la tige est reliée à un contre-poids par son extrémité extérieure. L'appareil est hermétiquement clos, afin d'empêcher les poussières de se répandre dans l'atmosphère.

CAOUTCHOUC RÉGÉNÉRÉ.

Il est assez naturel que l'on ait étudié les moyens de retirer, des produits manufacturés hors d'usage, le vieux caoutchouc qu'ils renferment et de le préparer sous une forme telle qu'il puisse être réutilisé dans la fabrication. Toutefois, cette extraction n'est pas chose facile à réaliser, vu la grande diversité de composition présentée par le caoutchouc manufacturé. Outre un excès de soufre en liberté, celui-ci contient généralement, ainsi que nous aurons l'occasion de le voir ci-après, des matières minérales ou charges, de nature très variable. De plus, les compositions sont souvent étroitement unies à des tissus intercalaires, voire à des matériaux métalliques. Nous ne parlons pas des impuretés occasionnelles qui sont inévitables avec des objets usagés. L'on voit d'ici à quel travail compliqué d'épuration il faut procéder si l'on veut débarrasser le caoutchouc de toutes ces matières étrangères.

Rarement les manufactures de caoutchouc se livrent à semblable besogne, qui représente, en somme, le contrepied de leur propre fabrication. Elles préfèrent s'adresser à des usines spécialement organisées à cet effet, possédant toutes les installations indispensables pour opérer, d'une façon méthodique, sur de grandes quantités de vieux caoutchoucs. Des établissements de ce genre fonctionnent maintenant au Danemark, en France, en Angleterre, aux États-Unis. Cette industrie s'est également implantée, depuis peu, en Belgique.

Chacune de ces fabriques applique des procédés qui

lui sont particuliers, bien que tous les traitements adoptés offrent nécessairement entre eux une certaine analogie. Le but principal de cette élaboration est d'éliminer du mélange les substances minérales, le soufre libre et les matières fibreuses qu'il contient et d'obtenir, par cette épuration, le caoutchouc *régénéré,* c'est-à-dire, du caoutchouc sous forme d'une masse plastique et collante. L'attaque des matières étrangères peut se faire par des acides, par des alcalis ou par des solutions salines neutres. Dans les deux premiers cas, on doit éviter avec soin de laisser dans le produit la moindre trace d'acide ou d'alcali dont la présence pourrait être nuisible ultérieurement.

Quel que soit le système de travail mis en pratique, la régénération comporte toujours une longue suite d'opérations minutieuses dont il convient de suivre la marche au moyen d'essais répétés. Ces procédés chimiques varient, d'ailleurs, suivant le genre de produits que l'on a à travailler. A titre d'exemple, nous allons décrire sommairement le procédé danois Theilgaard, l'un de ceux qui ont donné les résultats les plus satisfaisants.

En premier lieu, on procède, avec la plus grande attention, à l'assortiment de la matière première, composée, en majeure partie, de vieux bandages pneumatiques et de chaussures imperméables hors d'usage. Au cours de ce travail, on enlève les parties métalliques et l'on coupe les talons à la scie. Après avoir mis à part les produits tout à fait inférieurs, on classe le reste, le plus possible d'après la composition. Ici, l'analyse chimique est mise à contribution; elle

donne, sur la nature des produits, des indications certaines qui détermineront le genre de traitement à leur faire subir. Ensuite chaque lot est ramolli à l'eau chaude, ce qui permet de détacher les toiles extérieures et de diviser les chaussures en semelles, tiges et empeignes; ces diverses parties sont mises à part pour être soumises à des traitements appropriés. Quant aux débris, ils passent immédiatement dans de grands tambours laveurs où des jets d'eau froide les débarrassent de la terre et du sable qui les accompagnent.

Après ce lavage, la matière est déchiquetée et triturée au moyen de grosses calendres spéciales dont les cylindres sont chauffés. Elle sort de ces appareils sous forme d'une masse pulvérulente qui est aussitôt blutée dans des tamis à secousses. Non seulement les corps durs non pulvérisés sont éliminés, mais, de plus, les particules métalliques sont retenues par les surfaces tamisantes faisant l'office d'aimants. Les morceaux de laiton sont séparés par des tamis spéciaux.

Cela fait, on procède à la régénération proprement dite. Le traitement chimique consiste à dissoudre les matières minérales et le soufre libre par des lessives neutres de bisulfites, puis à désagréger les fibres textiles à l'aide de solutions salines convenables. Ces opérations ont lieu à chaud; la masse est soumise à de véritables cuissons dans une série de chaudières autoclaves chauffées par la vapeur. Lorsque la dissolution et la désagrégation sont terminées, on fait arriver la masse dans des blutoirs affectant la forme

de troncs de pyramide, tournant dans des tambours et recevant des jets d'eau de toutes parts. Le caoutchouc se rassemble d'un côté en flocons blancs collants; à l'autre extrémité, se dépose une boue renfermant les fibres et les sels de lessive. On prolonge ce lavage jusqu'à ce que l'examen chimique montre qu'il ne reste plus de sels minéraux mêlés au caoutchouc. Ce dernier est, ensuite, aggloméré en plaques ou bien étendu sur des étoffes tendues sur des cadres, puis transporté dans des étuves pour y être sêché. La dessiccation terminée, il ne reste plus qu'à pétrir le produit pour le rendre bien homogène, puis à le laminer à la calandre de façon à le transformer en feuilles que l'on enroule sur des bobines pour l'expédition.

Le caoutchouc régénéré est classé en plusieurs sortes. A cet effet, on le soumet à des essais multiples portant sur le poids spécifique, l'élasticité, la résistance à la traction et à la compression, etc. La densité varie de 1,1 à 1,8. Il y a des régénérés qui se prêtent particulièrement à la dissolution.

On conçoit que l'on trouve, dans ce genre de produit, de forts écarts dans la qualité. Ces divergences ne sont pas seulement dues à la nature des déchets travaillés, qui sont fort disparates, mais aussi aux procédés, plus ou moins parfaits, suivis pour la régénération. Ainsi, il est des caoutchoucs régénérés qui ne valent que 2 francs le kilogramme; mais les meilleures qualités se vendent jusque 7 et 8 francs le kilogramme.

Beaucoup de compositions mises en œuvre dans

les manufactures peuvent supporter sans danger une dose notable de régénéré. Toutefois, les fabricants n'usent de ce substituant qu'avec circonspection et après avoir jugé des résultats de cette addition par des essais préalables.

CAOUTCHOUCS FACTICES.

La dénomination de *caoutchoucs factices* s'applique à des produits obtenus artificiellement et n'offrant que des analogies assez lointaines avec le vrai caoutchouc. Si quelques-unes de ces substances rappellent la gomme par leur consistance pâteuse et leur couleur brune, par contre, elles sont totalement dépourvues de la texture nerveuse qui constitue la qualité essentielle du caoutchouc. Aussi, ces succédanés ne peuvent-ils être ajoutés qu'en proportions minimes aux compositions destinées à fabriquer des objets devant offrir une certaine résistance à la traction, à la compression ou au frottement, comme les chambres à air et les chapes des bandages pneumatiques, les liens, les bracelets, etc. Mais, dans d'autres articles, on pourra introduire, sans inconvénient, une quantité assez considérable de factices. Selon le genre de produit à fabriquer, ce poids varie de 10 à 60 p. c. du caoutchouc réel; on se laisse guider, ici, par le prix de revient auquel on veut descendre.

Les caoutchoucs factices sont des matières solides résultant de la combinaison chimique des huiles avec une quantité plus ou moins grande de soufre. Pour ces fabrications, on utilise généralement des huiles

grasses ou huiles végétales siccatives; la condition essentielle est qu'elles soient exemptes d'acidité. Les espèces d'huiles travaillées diffèrent suivant les provenances des factices. Ainsi, en France, pays d'où nous importons surtout cette matière première, on emploie des huiles de lin, de colza et de ravison. En Angleterre, on se sert plutôt d'huile de coton et, en Allemagne, des huiles d'œillette et de navette. Aux États-Unis, c'est l'huile de maïs qui intervient. En Norvège, des essais sont faits, pour utiliser à cette préparation des huiles animales (huile de poisson), qui, tout comme les huiles végétales, seraient susceptibles de se combiner avec le soufre.

Il y a des fabricants qui, pour des raisons d'économie ou pour d'autres motifs, mélangent, en petite quantité, aux huiles végétales, des huiles minérales provenant de la distillation de l'asphalte, du goudron, de la résine, du pétrole brut (paraffine), du pétrole raffiné (vaseline). Parfois aussi, on incorpore aux factices de légères quantités de matières colorantes.

La préparation des caoutchoucs factices consiste, ainsi que nous l'avons dit, en une espèce de vulcanisation. Comme pour le caoutchouc, cette vulcanisation peut être réalisée à froid, à l'aide du chlorure de soufre, ou bien, à chaud, au moyen du soufre lui-même. Ces deux procédés fournissent deux catégories de produits doués de propriétés notablement différentes. En ce qui concerne l'influence de la proportion de soufre absorbée par l'huile, l'analogie avec la vulcanisation du caoutchouc est manifeste. Si

cette quantité est faible, on aura un produit très mou ; avec une dose moyenne, le factice sera souple; lorsque la proportion atteint une certaine limite, la matière devient dure et cassante. Avec les mêmes matières premières, on peut ainsi préparer différents genres de factices s'adaptant aux diverses catégories d'objets à fabriquer. Faisons observer que, lorsque le factice employé ne contient qu'une faible quantité de soufre, il est considéré, dans le mélange, comme gomme; on ajoute à la composition une dose complémentaire de soufre pour sa vulcanisation propre. Il n'en est pas de même si le factice renferme déjà lui-même un excès de soufre. Les factices à faible teneur en soufre sont, par conséquent, indiqués pour la fabrication des objets destinés à être vulcanisés rapidement et dont la composition a été préalablement pourvue d'une notable proportion de soufre.

Factices obtenus à froid. — La fabrication, assez délicate de ce genre de factice, se fait en versant peu à peu du chlorure de soufre dans l'huile tout en agitant constamment pour éviter l'élévation de la température. On a soin d'éliminer à l'avance des ingrédients toute substance qui pourrait nuire au caoutchouc. Dès que la réaction est terminée et que le nouveau corps s'est formé, on coule la masse en plaques; après refroidissement, celles-ci sont soumises au broyage. Pour obtenir un résultat convenable, la proportion de chlorure de soufre est, au minimum, de 5 p. c., et, au maximum, de 20 ou

25 p. c.; cela dépend de l'espèce d'huile employée. Selon le cas, le produit est incolore, ou tout à fait blanc. Il ne ressemble guère au caoutchouc; il se présente généralement sous forme d'une masse spongieuse, floconneuse, rappelant la mie de pain par son aspect. Cependant, on peut la préparer aussi à l'état de masse compacte. La densité du *factice blanc* — tel est son nom commercial — est comprise entre 1030 et 1035. Ce produit est fourni par les fabricants, en une série de qualités, de consistance plus ou moins grasse ou sèche. La valeur oscille entre 100 et 120 francs les 100 kilogrammes. Le factice blanc convient spécialement pour l'imperméabilisation des tissus.

Factices obtenus à chaud. — On prépare ces factices en faisant couler vivement l'huile, préalablement chauffée vers 250° C., sur des morceaux de soufre en canons placés dans une chaudière. La masse est remuée pendant trois quarts d'heure et, durant ce laps de temps, la température descend graduellement jusqu'à 150° C. La proportion de soufre ajoutée varie de 5 à 10 p. c., selon ce que l'on veut avoir un produit plus ou moins dur et dense. Ici, nous avons à faire à une substance offrant une certaine analogie avec le caoutchouc, d'une consistance pâteuse, assez ferme et quelque peu élastique; la couleur, brune et ambrée, se rapproche de celle de la gomme brute. On classe ce genre de factices en deux catégories, suivant que le poids spécifique est, ou non, supérieur à celui de l'eau.

Les factices *non flottants* ont une densité comprise entre 1045 et 1052. Leur couleur est foncée; on en prépare plusieurs sortes à divers degrés de souplesse. La valeur dépend de la composition et de la nature de l'huile employée; elle varie de 70 à 100 francs les 100 kilogrammes. Ce sont les factices utilisés pour les articles courants à bon marché.

Les factices *flottants* servent à la confection des objets légers en caoutchouc rouge ou gris; leur densité peut descendre jusque 955. Ils sont d'une teinte ambrée ou brune, nuance tabac, cannelle, etc. On en fabrique toute une série de qualités à des prix variant de 85 à 125 francs les 100 kilogrammes.

ÉLASTÈS.

Le nom d'*élastès* a été donné à un nouveau succédané du caoutchouc, dont la fabrication vient d'être entreprise en Belgique.

Ce produit est obtenu en faisant agir des composés chromiques sur de la gélatine additionnée d'une certaine quantité de glycérine. Suivant les qualités que l'on veut préparer, on fait usage de *colles gélatines,* ou gélatines industrielles, extraites de diverses matières, telles que les déchets de tannerie, de tabletterie, etc., ou bien de *colles mixtes,* fabriquées au moyen des os et d'autres substances. Ces gélatines sont fournies par l'industrie du pays, à des prix pouvant varier entre 80 et 130 francs les 100 kilogrammes.

Quant à la glycérine, on emploie la qualité brune ordinaire, à 28° B. C'est un produit de nos stéari-

neries, dont la valeur, sujette à des fluctuations assez considérables, est actuellement de 80 à 90 francs les 100 kilogrammes.

La gélatine est fondue dans une chaudière en fonte à double fond, munie d'un agitateur. On y ajoute, d'abord, la quantité voulue de glycérine, laquelle sert à donner de l'onctuosité ; puis les composés de chrome, qui produisent une modification dans la composition chimique de la gélatine et la rendent imputrescible.

On peut couler le mélange liquide, encore chaud, en plaques, en boudins ou en toute autre forme. Après refroidissement, l'on obtient une masse solide, à texture serrée, souple, très élastique, résistant bien aux efforts de compression et de traction. La couleur est d'un brun verdâtre ; la densité est un peu inférieure à celle de l'eau. Par l'action des composés chromiques, les propriétés de la gélatine ont été sensiblement modifiées. Ainsi, la nouvelle substance est devenue insoluble dans les acides et dans les huiles. Cependant, elle finit par se désagréger sous le contact prolongé de l'eau.

Tel qu'il est préparé actuellement, l'élastès n'est plus susceptible de se ramollir ni de fondre par la chaleur ; on ne peut donc pas l'introduire dans les mélanges de caoutchouc.

Jusqu'à présent, l'élastès n'a été utilisé que pour certains usages spéciaux et dans des conditions telles qu'il ne se trouve pas exposé au contact de l'air ; on s'en sert, par exemple, pour remplir les chambres à air des bandages pneumatiques pour automobiles. La

matière est insufflée à chaud et, par refroidissement, elle forme un boudin élastique qui remplit exactement la cavité sans toutefois se coller aux parois. Cette application est préconisée en vue de remédier aux inconvénients résultant des ruptures des chambres à air. Elle entraîne, évidemment, un surcroît de poids, qui est, d'ailleurs, négligeable lorsqu'il s'agit de voitures automobiles.

Au point de vue de l'économie, il est à remarquer que l'emploi de l'élastès permet d'utiliser des tubes de caoutchouc de qualité ordinaire et, par conséquent, moins chers.

On fabrique aussi, avec l'élastès, des bandages pleins pour roues de voitures ordinaires, pour lesquels on peut se contenter, comme enveloppes, de tuyaux en tissu caoutchouté.

Il est probable que ce produit trouvera encore d'autres utilisations; vu son élasticité réelle, il pourra remplacer le caoutchouc dans maint appareil destiné à amortir des chocs, pourvu qu'il soit placé à l'abri de l'air ou protégé par une enveloppe caoutchoutée.

Comme la fabrication de l'élastès, encore à ses débuts, est surtout pratiquée en vue d'un emploi tout particulier, il est assez difficile d'indiquer une valeur précise et définitive de ce produit. Cependant, on peut raisonnablement admettre que cette valeur sera comprise, suivant la qualité du produit, entre 8 et 13 francs le kilogramme, ce qui représente environ la moitié de celle du caoutchouc manufacturé possédant une élasticité équivalente.

Voici les prix actuels pour le remplissage, au moyen d'élastès, des chambres à air de diverses dimensions :

DIAMÈTRE EXTÉRIEUR APRÈS GONFLEMENT.	GROSSEUR (CHAMBRE GONFLÉE).	PRIX PAR ROUE.
700 millimètres.	75 millimètres.	93 francs.
840 —	90 —	130 —
915 —	105 —	220 —
1,080 —	120 —	330 —

CAOUTCHOUC ARTIFICIEL.

Nous avons dit que les savants se sont livrés à de longues discussions au sujet de la formule chimique à attribuer au caoutchouc. Le désaccord qui, jusque dans ces derniers temps, a subsisté entre les expérimentateurs, indique que la formation de ce corps par voie synthétique constitue un problème délicat et difficile à résoudre. Des tentatives ont bien été faites dans différents pays pour fabriquer le caoutchouc de toutes pièces. Mais, jusqu'à présent, ces recherches n'ont guère franchi les limites des laboratoires scientifiques. Nous ne sachions pas que des essais pratiques aient encore été entrepris dans le domaine industriel avec du caoutchouc obtenu artificiellement.

3° Adjuvants. Charges. Colorants.

Dans la plupart des fabrications spéciales qui nous occupent, on ne peut pas songer à employer le caoutchouc pur. Non seulement la valeur élevée de cette substance influerait d'une manière fâcheuse sur le prix de revient des produits, mais il importe aussi de

tenir compte de ce fait que, presque toujours, ceux-ci ne doivent posséder que sous une forme atténuée, à un degré modéré, les qualités d'élasticité et d'extensibilité caractéristiques du caoutchouc. D'autre part, ces objets doivent souvent avoir d'autres propriétés déterminées par les applications que l'on a en vue, propriétés que le caoutchouc seul ne pourrait pas leur communiquer. C'est pourquoi l'on incorpore, presque toujours, à la masse destinée à être travaillée, des matières étrangères appelées *adjuvants* ou *charges*. Loin d'être nuisibles aux produits fabriqués, ces substances leur sont utiles; leur emploi est indispensable, tout comme il est nécessaire d'ajouter du sable à la chaux ou au ciment pour faire du mortier.

Souvent, l'on se propose simplement d'augmenter la densité du mélange qui va être façonné. Le poids spécifique du caoutchouc n'est, en effet, que de 980 à 1,000, c'est-à-dire, que cette substance est plus légère que l'eau et cette légèreté constitue un inconvénient sérieux pour bien des appareils. D'autres fois, l'addition des charges a pour but de rendre la masse plus dure et plus ferme, de l'empêcher de se ramollir par l'effet de la chaleur ou de s'affaisser sous l'action d'une pression : c'est ce qui a lieu, notamment, pour les joints placés dans les tuyaux de vapeur. Il est des cas où l'on veut que le mélange devienne très fibreux tout en conservant une grande souplesse; d'autres où le produit doit être doué d'un mordant plus ou moins prononcé. Nous verrons plus loin que certains adjuvants prennent une part active dans les réactions qui entrent en jeu lors de la vulcanisation. Enfin, beau-

coup de charges sont en même temps des colorants; cependant, pour donner la teinte voulue aux mélanges, l'on se sert également de produits plus fins, spécialement ajoutés à cet effet en petite quantité.

Le nombre des matières employées comme adjuvants est considérable; on en compte au moins une centaine. Nous ne citerons que celles qui sont d'un usage courant.

Il est à peine besoin de dire que tous ces produits ne peuvent être utilisés que finement pulvérisés, à l'état le plus onctueux possible, afin de pouvoir se mélanger intimement avec le caoutchouc.

CORPS SIMPLES.

Nous n'avons à mentionner ici que les substances charbonneuses, propres à donner une teinte noire à la masse. C'est, d'abord, la *plombagine,* ou *graphite naturel,* constituée par du carbone très pur. Cette substance, provenant de l'île de Ceylan, revient à 30 francs les 100 kilogrammes. On la remplace souvent par le graphite extrait des cornues à gaz et dûment purifié, qui vaut 20 francs les 100 kilogrammes, ou par le *noir de fumée,* obtenu par la combustion incomplète de certaines huiles lourdes de goudron. Ce dernier produit vient généralement d'Allemagne; il se vend en moyenne 25 francs les 100 kilogrammes.

On fait parfois usage de *noir d'ivoire* obtenu par la calcination des déchets d'ivoire. Ce colorant fin est fabriqué en Belgique; il vaut de 100 à 110 francs les 100 kilogrammes.

OXYDES MÉTALLIQUES.

Ce sont les oxydes métalliques qui sont le plus employés comme charges du caoutchouc; les uns ont pour effet de rendre la teinte de la masse plus claire; les autres produisent une coloration déterminée.

Parmi les premiers, la *chaux* ou *oxyde de calcium* est utilisée en raison de son bas prix; elle aide à la vulcanisation en absorbant les gaz et l'humidité. On en fabrique en grande quantité en Belgique. La qualité ordinaire vaut de 3 fr. 50 c. à 4 francs les 100 kilogrammes; préparée à l'état pur au moyen du marbre, son prix atteint jusque 20 francs les 100 kilogrammes.

La *baryte* ou *oxyde de baryum* obtenue artificiellement est employée pour donner de la blancheur et augmenter le poids. Ce produit, importé d'Angleterre ou d'Allemagne, vaut en moyenne 95 francs les 100 kilogrammes à l'état anhydre.

La *magnésie calcinée* ou *oxyde de magnésium* est remarquable par le grand volume qu'elle présente sous un faible poids. C'est un produit que l'on importe d'Allemagne ou de Hollande, où il est préparé par la calcination du carbonate de magnésium venant de Grèce ou d'Autriche. On le livre à plusieurs degrés de pureté et de densité; aussi, son prix est-il compris entre 125 et 150 francs les 100 kilogrammes. La qualité la plus pure, la plus légère, renferme jusque 97 $\frac{1}{2}$ p. c. d'oxyde de magnésium. La magnésie donne de la sécheresse, de la résistance, de la ténacité aux compositions; elle contrebalance donc l'effet des

factices et autres matières grasses qui ont une tendance à ramollir la pâte, la font couler, surtout lorsqu'il s'agit d'objets de peu d'épaisseur. En outre, la magnésie neutralise les traces d'acide que les mélanges pourraient contenir. On attribue aussi à la magnésie une action favorable à la vulcanisation et, s'il faut en croire certains techniciens, l'adjonction de magnésie aux caoutchoucs poisseux, difficiles à vulcaniser, faciliterait cette opération. La magnésie est une charge souvent utilisée dans la fabrication du caoutchouc durci ou ébonite.

Le *blanc de zinc* ou *oxyde de zinc* est l'une des charges les plus employées dans les mélanges courants, à cause de son pouvoir blanchissant, de sa densité moyenne et de son prix abordable. Ce produit est fabriqué sur une grande échelle en Belgique : on le livre au commerce à plusieurs degrés de blancheur, de finesse et de pureté. Les qualités industrielles sont désignées sous les noms de : *neige ordinaire, n° 1, n° 2.* Les prix, dépendant du cours du zinc, sont, en moyenne, compris entre 50 et 80 francs les 100 kilogrammes. Il y a aussi des qualités plus foncées, d'une nuance gris-perle ou gris-ardoise. Ces dernières, qui contiennent de la poussière de zinc métallique en proportion plus ou moins forte, se vendent naturellement moins cher. Le blanc neige est très prisé des fabricants; il est très onctueux, foisonne, s'unit bien au caoutchouc et conserve de la légèreté au mélange.

Les *oxydes de plomb* donnent du poids aux mélanges et servent en même temps de colorants. Ce sont le

minium, la *litharge,* la *mine orange,* que l'on se procure en Belgique, en Allemagne et dont la valeur actuelle est comprise entre 50 et 52 francs les 100 kilogrammes. Ces matières sont surtout employées dans la fabrication des tuyaux. On a constaté que leur présence favorise, accélère la vulcanisation; qu'elle a également une heureuse influence sur la nervosité et la conservation du caoutchouc. D'autre part, ces oxydes réagissent avec le soufre à l'état libre se trouvant dans le mélange et donnent naissance à du sulfure de plomb, lequel communique une nuance noire bleuâtre à la masse.

L'*oxyde de fer,* plus connu, dans le commerce, sous les noms de *rouge oxyde, rouge anglais, rouge du Japon,* est moins une charge qu'un colorant employé en petite quantité pour obtenir la teinte rouge. C'est un produit chimique parfois importé d'Allemagne, mais qui se fabrique, également, dans le pays; il se vend de 25 à 30 francs les 100 kilogrammes.

L'*ocre* est une terre argileuse fortement colorée en jaune par de l'oxyde de fer hydraté; elle sert à donner la teinte jaune aux mélanges. On utilise, à cet effet, l'ocre crue, lavée et séchée. Ce produit est le plus souvent importé de France; on en fabrique quelque peu en Belgique. Ces ocres se vendent de 7 à 14 francs les 100 kilogrammes, suivant la nuance et la finesse du grain.

SULFURES.

La classe des sulfures fournit surtout des colorants fins. Le plus employé est le *sulfure d'antimoine,* connu

généralement dans le commerce sous le nom de *soufre doré d'antimoine*. Ce composé est obtenu à l'état pur, sous forme d'un précipité très fin, en traitant à chaud le sulfure d'antimoine naturel par une solution de carbonates de soude et de potasse dont on sature l'excès par de l'acide chlorhydrique. Au cours de cette réaction, une certaine quantité de soufre se précipite également. En réalité, on obtient un mélange, en proportion variable, de trisulfure et de pentasulfure d'antimoine. Au moment de la vulcanisation, ce mélange peut mettre en liberté une quantité de soufre comprise entre 7 et 57 p. c. et concourir à l'opération, ainsi que nous l'avons dit précédemment.

Le sulfure d'antimoine est fourni dans une très grande variété de nuances, depuis le rouge foncé jusqu'au jaune clair. Chacun de ces types est approprié à des conditions déterminées. Certaines qualités doivent posséder un pouvoir colorant prononcé, en même temps qu'une grande force de vulcanisation : c'est le cas, par exemple, lorsqu'il s'agit de teinter les mélanges destinés à des objets de faible densité auxquels on ne peut pas ajouter plus de 8 à 10 p. c. de matières colorantes. Le poids spécifique de ces produits est compris entre 2,200 et 2,500.

Le sulfure d'antimoine est surtout préparé en France et en Angleterre. Certains fabricants y mélangent parfois des sels de chaux, entre autres du sulfate de calcium précipité. Le sulfure d'antimoine, exploité au Japon, se trouve dans le commerce à l'état de minerai natif, fondu et en morceaux, broyé en poudre ou porphyrisé. Sa valeur n'a cessé d'augmenter dans

ces derniers temps; elle atteignait 275 francs les 100 kilogrammes vers la fin de 1906. Il en résulte que le sulfure préparé à l'état pur s'est vendu à raison de 350 francs les 100 kilogrammes. Quant aux sulfures mélangés, leur valeur variait de 260 à 300 francs les 100 kilogrammes.

Le *sulfure de mercure* ou *vermillon* permet d'obtenir une teinte rouge vif. Citons, encore, le *sulfure de cadmium*, colorant jaune plus ou moins foncé, qui ne se vend pas moins de 18 à 20 francs le kilogramme.

La *litopone* est un mélange de *sulfure de zinc* et de *sulfate de baryte*, qui remplace souvent le blanc de zinc, son emploi étant plus économique. Ce produit, dont il existe une importante fabrique en Belgique, se paie de 36 à 60 francs les 100 kilogrammes, selon la teneur en sulfure de zinc, qui varie de 15 à 40 p. c.

SULFATES.

En premier lieu, vient le *plâtre* ou *sulfate de calcium;* il est importé de France ou préparé en Belgique au moyen du gypse ou pierre à plâtre. Sa valeur est de 14 à 15 francs les 100 kilogrammes. Mais, le composé de cette classe le plus employé, surtout pour augmenter la densité du mélange tout en le blanchissant, est le *sulfate de baryte*. On l'utilise à l'état naturel ou à l'état précipité. Le sulfate de baryte, ou *spath pesant* est exploité dans les environs de Fleurus. Après extraction, il est broyé, nettoyé, lavé, calciné, puis finalement pulvérisé. Les qualités les plus fines et les plus blanches, se vendent de 50 à 70 francs la

tonne. Pour certaines applications, l'on préfère le sulfate de baryte précipité, que l'on peut obtenir en poudre impalpable, absolument blanc. Ce produit est importé de l'étranger; il vaut 25 francs les 100 kilogrammes à l'état sec. On a souvent avantage à l'acheter sous forme de pâte renfermant de 20 à 25 p. c. d'eau, quitte à lui enlever son humidité avant de l'employer; dans ce cas, on ne le paie que 12 francs les 100 kilogrammes.

CARBONATES.

Au lieu de la chaux et de la magnésie, on utilise, parfois, le *carbonate de calcium* et le *carbonate de magnésium* ou *magnésite*.

Le carbonate de chaux se prépare généralement au moyen de la craie, dont il existe plusieurs exploitations dans le pays. Cette craie est broyée sous l'eau, lavée, puis séchée. Par ce traitement, on ne parvient pas toujours à enlever toutes les matières étrangères que renfermait la craie — silice, argile, oxyde de fer — dont la présence se révèle par une teinte un peu jaunâtre de la masse. On obtient un produit plus pur, plus sec et plus fin, en ne travaillant que des blocs choisis, qui, après dessiccation à l'air libre, sont pulvérisés à sec et blutés. Le degré de pureté auquel on arrive ainsi est de près de 99 p. c. avec une densité de 2,78. Le carbonate de calcium est vendu dans le commerce sous les noms de blanc minéral, blanc lavé, blanc de Meudon, blanc d'Espagne, etc. Son prix varie de 15 à 26 francs les 100 kilogrammes,

suivant la pureté, la finesse du grain et la blancheur. Le carbonate de chaux est une charge peu coûteuse, qui n'augmente pas trop la densité des mélanges.

Le carbonate de magnésie naturel, dont nous avons déjà indiqué la provenance, contient de 40 à 45 p. c. d'oxyde de magnésium. Il est préparé en poudre bien sèche et remplace souvent le carbonate de calcium ; il est plus léger que ce dernier et sa valeur est sensiblement la même : 17 francs les 100 kilogrammes, lorsqu'il est partiellement calciné, et 12 francs à l'état natif.

Quelquefois, on substitue aux oxydes de plomb le *carbonate de plomb* ou *céruse,* substance d'une valeur un peu moindre (44 francs les 100 kilogrammes). C'est un produit que l'on se procure facilement en Belgique. Vu ses propriétés toxiques, l'usage de la céruse doit être proscrit dans la fabrication des appareils destinés à l'usage domestique.

L'emploi de tous ces carbonates offre, d'ailleurs, l'inconvénient de dégager de l'acide carbonique pendant la vulcanisation, d'où le danger d'avoir des boursoufflures dans la masse. On ne les utilise donc que pour les objets de faible épaisseur.

SILICATES.

Plusieurs silicates interviennent dans les mélanges affectés à certaines spécialités.

Le *talc,* substance naturelle de nuance claire, composé essentiellement de *silicate de magnésium* remarquable par sa légèreté, sa finesse et son onctuosité, est employé notamment dans les compositions

d'ébonite. Il est importé de Suisse, d'Italie, etc. Sa valeur est de 10 à 13 francs les 100 kilogrammes, suivant qualité.

L'*asbeste* ou *amiante,* silicate de calcium, de magnésium et de fer, est une matière d'une teinte grisâtre, employée à l'état fibreux ou pulvérisé. Elle entre dans la composition de certains articles, en raison des qualités particulières qui la distinguent : dureté, mauvaise conductibilité vis-à-vis de la chaleur et de l'électricité, incombustibilité, inattaquabilité par les acides. On importe l'amiante de différents pays : de la Sibérie, du Canada et de la colonie anglaise du Cap. La qualité utilisée comme charge vaut actuellement de 50 à 80 centimes le kilogramme; les prix sont en hausse constante depuis quelques années.

Le *kaolin,* argile primaire très pure, renfermant, par conséquent, du silicate d'aluminium, est une substance très réfractaire et d'une grande blancheur. On s'en sert au lieu de l'amiante, pour réduire le prix des mélanges sans trop élever la densité. Le kaolin vient de France, d'Allemagne, d'Angleterre (sous le nom de *china clay*). Il se vend, en moyenne, de 35 à 40 centimes le kilogramme.

Lorsque l'on veut donner à la pâte un certain mordant, par exemple dans la confection des gommes à effacer, on y ajoute du *verre pilé,* matière dont la valeur peut être estimée à 8 ou 10 francs les 100 kilogrammes. On se sert aussi, dans le même but, de la *pierre ponce,* sorte de verre naturel, dévitrifié, à texture poreuse, exploitée en Suisse, en Autriche, etc.

6

COMPOSÉS MINÉRAUX DIVERS.

Pour terminer l'énumération des substances minérales dont on fait parfois usage dans l'industrie du caoutchouc, il reste encore à mentionner quelques produits artificiels utilisés comme colorants intensifs. Ce sont :

Le *jaune de chrome*, ou chromate neutre de plomb, valant de 100 à 125 francs les 100 kilogrammes ;

Le *vert de chrome*, couleur obtenue par le mélange du jaune de chrome avec le bleu de Prusse, ou ferrocyanure de fer, valant, à l'état pur, 200 francs les 100 kilogrammes ;

Le *vert de Schweinfurth*, formé d'arsénite de cuivre mélangé avec de l'acétate neutre de plomb; valeur, 250 francs les 100 kilogrammes ;

Le *bleu d'outremer*, produit dont la composition n'est pas bien définie et dans la préparation duquel entrent du kaolin, de la silice, du soufre, du carbonate de soude et du charbon de bois. Le prix varie de 60 à 80 francs les 100 kilogrammes, suivant finesse.

Tous les colorants ci-dessus sont fabriqués en Belgique.

SUBSTANCES ORGANIQUES.

Diverses matières d'origine végétale ou animale sont également additionnées au caoutchouc en guise de charge.

La *sciure de bois*, la *poudre de liège*, formées par de la cellulose plus ou moins pure, laissent au caoutchouc toute sa légèreté, tout en conservant au produit une

bonne ténacité. De plus, ces substances sont très mauvaises conductrices de la chaleur et de l'électricité, point qui a son importance dans certaines applications. On n'emploie pas la sciure de bois ordinaire, qui est grossière, peu homogène, souvent impure. On utilise de la farine de bois identique à celle qui sert à la fabrication de la dynamite. Ce produit, fourni par la Suède ou l'Allemagne, revient à 12 ou 15 francs les 100 kilogrammes.

Le liège en plaques est un produit récolté en Espagne et dans les contrées du nord de l'Afrique. Il est importé pour la fabrication des bouchons et les débris provenant de cette industrie sont vendus à raison de 3 fr. 50 c. les 100 kilogrammes. Ce sont ces déchets qui, après un triage, un broyage et un blutage préliminaires, sont réduits, sous des meules, en une poudre très fine, appelée *farine de liège*, que l'on peut employer dans les mélanges de caoutchouc. La préparation du liège en poudre étant pratiquée par les fabricants de linoléum et les fabricants de produits en liège aggloméré, c'est chez ces industriels que l'on peut se les procurer.

Dans certaines compositions, on introduit des fibres textiles sous forme de déchets de fabrication: *étoupe de lin, déchet de coton, tontisse de laine, bourre de soie*. Ces matières déterminent dans la masse une espèce de feutrage, sans rien enlever de sa souplesse au caoutchouc, de sorte que le produit présente des qualités se rapprochant de celles du cuir. La plupart de ces déchets sont fournis par l'industrie textile du pays, à des prix en rapport avec les cours des matières

premières. Comme valeur moyenne, en ces derniers temps, on peut admettre :

Pour l'étoupe du lin . fr.	0.60 à 1.00	le kilogramme.
Pour le déchet de coton .	0.30 à 0.40	—
Pour la tontisse de laine.	1.00	—
Pour la bourre de soie .	2.00 à 3.00	—

L'*huile de lin* est parfois ajoutée au mélange pour lui donner de la plasticité et faciliter son façonnage mécanique.

Comme substances de composition organique, il reste à mentionner les matières tinctoriales naturelles ou artificielles, qui remplacent avantageusement les colorants minéraux, à base de plomb, de mercure, d'arsenic, de cuivre, dont l'emploi n'est pas sans inconvénient au point de vue hygiénique.

Pour les teintes rouges, on utilise le *carmin,* la *cochenille,* la *laque,* l'*orseille;* pour le jaune, le *quercitron,* le *curcuma,* le *fustel.*

Enfin, on a recours, notamment lorsqu'il s'agit d'objets à parois très minces, aux couleurs d'*aniline,* qui offrent toutes les variétés possibles de nuances. L'application de ces couleurs est plutôt du domaine de la teinture, car on en revêt, après coup, les produits façonnés. Ces couleurs laissent au caoutchouc une translucidité partielle.

B. Matériaux d'intercalation et de juxtaposition.

Les matériaux qui sont adjoints au caoutchouc dans la confection de beaucoup d'objets, consistent princi-

palement en produits textiles, fils et tissus de diverse nature, en produits métalliques du même genre, et en quelques autres substances. L'interposition de ces matériaux augmente la résistance des objets fabriqués; ce surcroît de résistance est évidemment obtenu au détriment de l'élasticité.

PRODUITS TEXTILES.

Fils. — Pour le tressage de la gaine qui entoure certains tuyaux en caoutchouc, on emploie couramment des fils de coton assez gros, notamment les numéros 4 à 7 qui se vendent à raison de 1 fr. 80 c. à 2 francs le kilogramme. On se sert aussi, mais plus rarement, de fils de chanvre et de jute.

Dans les bourrages à âme caoutchoutée, on utilise du gros fil de coton ou bien du fil d'amiante. Jusque dans ces derniers temps, on faisait venir le fil d'amiante d'Italie. Depuis peu, deux établissements se sont créés en Belgique pour le travail de l'amiante; ils livrent des fils ordinaires à raison de 2 fr. 10 c. le kilogramme et des fils fins (numéros 8 à 100), qui reviennent naturellement plus cher.

Tissus. — Les tissus fabriqués au moyen de différentes fibres textiles interviennent en grande quantité dans l'industrie du caoutchouc; ils servent à former, en quelque sorte, la carcasse des objets.

La toile d'amiante entre dans la confection des feuilles pour joints. Ce tissu peut être fabriqué

exclusivement avec de l'amiante ou bien être formé d'une trame d'amiante avec chaîne en coton ou en laiton.

Tous ces articles, que l'on était naguère obligé de faire venir d'Italie ou d'Allemagne, sont actuellement fabriqués en Belgique.

Les toiles intercalaires servant à façonner des courroies, des tuyaux, des bandages pneumatiques et d'autres appareils caoutchoutés, sont, généralement, des toiles de coton croisées, que l'on peut se procurer en Belgique.

Dans le même but, on utilise aussi, mais en moindre quantité, des toiles de lin, de chanvre, de jute, tous produits que l'on trouve dans le pays à d'excellentes conditions de prix.

Dans la préparation des étoffes imperméables pour vêtements, ce sont naturellement des étoffes de laine et de coton de qualité et de prix variables qui sont employées. L'industrie belge offre un choix suffisant de ce genre de produits. Certains objets de luxe, comme les coussins, etc., demandent des tissus de plus de valeur, du satin, du velours de soie, etc.

La confection des chaussures imperméables (galoches, bains de mer) exige quelques produits spéciaux, entre autres : les grosses toiles de coton, genre toile à voile, blanches ou teintes, pour les empeignes; le molleton, imitant la flanelle, pour les semelles intérieures ; les tricots de laine et de coton, pour la garniture intérieure du galochage ; des lacets, etc. Ce sont tous produits que l'on peut se procurer dans le pays.

PRODUITS MÉTALLIQUES.

Les fils de fer, d'acier, de laiton, de plomb, sont employés pour renforcer la paroi de certains tuyaux ou d'autres objets.

C'est également avec du fil de fer qu'on obtient la rigidité des talons des enveloppes recouvrant les bandages pneumatiques.

Enfin, on intercale souvent, dans les feuilles pour joints, de la toile métallique de laiton à mailles serrées. Des feuilles de laiton ou de plomb sont, quelquefois, utilisées pour renforcer les tissus caoutchoutés. Ces divers fabricats sont de provenance nationale.

MATIÈRES DIVERSES.

A certains articles en caoutchouc sont adaptés des organes spéciaux qui font partie de la pièce complète livrée par l'industriel et qui doivent être fabriqués avec des matières appropriées. Tels sont : les soupapes pour chambres à air de pneumatiques, qui sont en *métal blanc*; les garnitures des pièces de biberons, en *os;* les embouchures de ballons, en *bois;* les *œillets* des chaussures, etc., etc.

Mentionnons encore, pour mémoire, les *cuirs* ordinaires, et les cuirs blancs au chrome, collés, comme antidérapants, à certains pneumatiques, les rivets et les ferrures spéciales en acier, pour la garniture de ces derniers.

C. **Matières auxiliaires.**

Les principales matières dont on fait une consommation courante dans les diverses opérations, sont : les dissolvants du caoutchouc, les dissolvants du chlorure de soufre, les toiles pour le moulage des pneumatiques, les produits à savonner, les feuilles d'étain pour la vulcanisation de l'ébonite.

DISSOLVANTS DU CAOUTCHOUC.

Toute usine a besoin de préparer de grandes quantités de dissolutions de caoutchouc pur ou additionné de gutta-percha, pour servir, en guise de colle, à souder ensemble plusieurs pièces ou à réunir les bords d'un même appareil. Des dissolutions de caoutchouc pur ou plus ou moins chargé sont également employées pour enduire les toiles devant être intercalées dans les objets en fabrication, pour gommer les tissus dont on fait des vêtements imperméables. Pour dissoudre le caoutchouc, on a généralement recours à la *benzine* et au *naphte*.

La benzine est une huile légère provenant de la distillation des goudrons de houille, industrie pratiquée en Belgique sur une vaste échelle. Il y a des benzines plus ou moins pures et rectifiées; ces qualités correspondent à des densités différentes. Les benzines les plus lourdes distillent à 123° C., les plus légères à 83° C. On choisit les premières lorsque l'on veut obtenir des dissolutions très fluides. Si, au

contraire, la dissolution doit sécher rapidement, on prend l'huile dont le point d'ébullition est le plus bas. La valeur de la benzine, de même que celle de tous les dérivés du goudron, est sujette à des fluctuations assez marquées; mais on peut admettre un prix moyen oscillant entre 25 et 27 francs les 100 kilogrammes.

Le naphte est extrait des huiles de pétroles par distillation. C'est un dissolvant un peu plus léger, plus volatil que la benzine; sa densité est comprise entre 680 et 700. La valeur de ce produit est un peu plus élevée; elle atteint 28 ou 30 francs les 100 kilogrammes. On compte, dans le pays, plusieurs établissements se livrant à la distillation des huiles de pétroles.

DISSOLVANTS DU CHLORURE DE SOUFRE.

Pour préparer les bains de chlorure de soufre utilisés dans la méthode de vulcanisation par trempage, on peut se servir, comme dissolvant, du naphte de pétrole; mais on prend, plus couramment, le *sulfure de carbone*. Ce liquide a l'inconvénient de dégager une odeur très désagréable et d'être d'une manipulation assez dangereuse à cause de sa grande volatilité et de la promptitude avec laquelle ses vapeurs s'enflamment. On ne le fabrique pas en Belgique; c'est l'Allemagne ou l'Angleterre qui nous fournit ce produit. Le sulfure de carbone de qualité ordinaire se vend 32 francs les 100 kilogrammes; rectifié, il vaut 51 francs les 100 kilogrammes.

Depuis quelque temps, un nouveau dissolvant du chlorure de soufre a été introduit dans l'industrie : c'est le *tétrachlorure de carbone*. Ce composé est un liquide incolore, très volatil, à odeur d'éther ; il offre l'avantage d'être incombustible et d'étouffer tout commencement de combustion. Ce produit est importé de France, d'Allemagne ou d'Angleterre ; sa valeur est de 86 francs les 100 kilogrammes.

TOILES POUR MOULAGE.

Ainsi que nous le verrons plus loin, beaucoup d'objets en caoutchouc subissent la vulcanisation pendant qu'ils sont comprimés énergiquement dans des moules, ceci afin de conserver des dimensions exactes et la netteté des contours. Il est des objets, toutefois, tels les gros tuyaux et les enveloppes de pneumatiques, avec lesquels ce procédé n'est pas d'une application commode. Dans ce cas, on recourt souvent à une autre méthode : on place l'objet sur une forme ou mandrin et, pour obtenir sur la face extérieure la pression voulue, on l'entoure d'une bande de toile enroulée plusieurs fois et fortement tendue. Cette bande de toile est enlevée après vulcanisation et ressert à nouveau au même usage. Mais, au cours de ces opérations répétées, la toile s'use assez rapidement, désagrégée par l'action des produits sulfureux combinée avec celle de la chaleur. La consommation de ces toiles représente donc une dépense assez importante dans les usines où l'on a adopté ce système de moulage.

Les tissus dont on fait usage à cet effet sont de simples toiles de coton, qui doivent être de bonne qualité; parfois, on leur préfère des tissus croisés, d'une résistance supérieure. Dans certains établissements, on soumet ces toiles à une préparation chimique qui en prolonge notablement la durée.

Avant de placer la toile, on peut commencer par enrouler une bande de papier pour protéger la surface du caoutchouc. On serre le tout extérieurement au moyen de fils de fer.

PRODUITS A SAVONNER.

Au cours des manipulations auxquelles on soumet les objets en caoutchouc avant de les vulcaniser, il est nécessaire de prendre certaines précautions pour empêcher que les surfaces qui se trouvent forcément en contact n'adhèrent et ne finissent par se coller complètement les unes aux autres, en vertu de la propriété bien connue du caoutchouc crû de se souder à lui-même. Dans ce but, on saupoudre ces surfaces d'une légère couche d'un produit neutre, pulvérulent et sec, qui a pour effet de faire glisser les pièces l'une sur l'autre; cette opération porte le nom de *savonnage*.

La substance qui convient le mieux pour savonner les objets en caoutchouc est le *talc,* dont nous avons déjà fait mention en parlant des charges. On en fait un usage journalier dans les manufactures; naturellement, il n'est pas indiqué d'employer à cet usage les qualités les plus fines. Habituellement, on utilise

le talc d'Autriche, vendu de 7 à 8 francs les 100 kilogrammes.

Quelquefois, on remplace le talc, notamment lorsqu'on travaille des objets colorés, par un produit un peu plus grossier, de valeur moindre : le *minium* ou *oxyde de fer,* de qualité ordinaire.

Enfin, faisons observer que, dans le gommage des tissus, on se sert, pour empêcher l'adhérence lors de l'enroulement, d'une toile de lin intercalée entre les spires. Il importe que cette toile soit très pure; aussi, prend-on soin de la faire bouillir au préalable.

FEUILLES D'ÉTAIN.

Lorsque l'on a à vulcaniser des plaques ou d'autres objets en ébonite, ce qui se fait dans des chaudières remplies de vapeur, il est indispensable de les protéger contre l'action directe de cette vapeur. Dans ce but, on les recouvre, on les enveloppe de minces feuilles d'étain; c'est ainsi qu'on obtient des surfaces polies et brillantes.

Souvent, les feuilles d'étain sont préparées par laminage dans les usines mêmes, au moyen de plaques d'une certaine épaisseur. L'étain en lingots est un produit de la métallurgie anglaise. Toutefois, il existe, dans le pays, un établissement qui le lamine en feuilles plus ou moins fines. La valeur actuelle de ces produits est de 550 francs les 100 kilogrammes.

III

Technologie.

Avant de le mettre en œuvre, on doit soumettre le caoutchouc naturel à un travail préliminaire d'épuration et de préparation, dans le but de le débarrasser des matières étrangères qu'il renferme et de l'amener à un état d'homogénéité convenable. Après quoi, il faudra, s'il y a lieu, lui incorporer l'agent de vulcanisation, ainsi que les substituts, adjuvants, charges et colorants nécessaires. Soit avec la pâte de caoutchouc pur, soit avec les compositions ainsi préparées, on pourra procéder à la confection des objets que l'on a en vue. Toutefois, ce travail comportera des modes d'opérer différents et dans le façonnage et dans la vulcanisation, suivant la constitution même des produits. Les méthodes suivies varieront selon qu'ils seront obtenus au moyen de caoutchouc pur, manipulé sous forme de feuille mince, dite *feuille anglaise,* qu'ils seront façonnés avec des mélanges travaillés directement sans l'aide d'autres produits, ou bien fabriqués en combinaison avec des matériaux intercalaires, tels que tissus gommés, fils de textiles, garnitures métalliques, etc.

L'étude technologique qui va suivre comportera l'examen des diverses branches énumérées ci-après :

1° Préparation de la pâte de caoutchouc en feuilles, pure ou mélangée;

2° Travail de la feuille anglaise;

3° Façonnage direct des mélanges en objets de caoutchouc souple ou durci;

4° Gommage des tissus et applications;

5° Fabrication des articles avec matériaux intercalaires;

6° Fabrication des bandages pneumatiques;

7° Confection des chaussures imperméables;

8° Travail de la gutta percha.

A. Préparation de la pâte de caoutchouc.

CAOUTCHOUC PUR.

Le caoutchouc est préparé à l'état pur, soit pour servir à des mélanges subséquents, soit pour être transformé en feuille mince sciée ou feuille anglaise, à l'état non vulcanisé. Dans ce dernier cas, on utilise, de préférence, du caoutchouc de première qualité ou caoutchouc du Para. Cette fabrication comprend la série des opérations suivantes :

Trempage et découpage. — Le caoutchouc brut, divisé, s'il y a lieu, en fragments de dimensions convenables, séjourne d'abord pendant douze à vingt-quatre heures dans une chaudière en fonte ou en bois remplie d'eau que l'on maintient, par un jet de vapeur à une température de 45 à 50°. Cette immersion, outre

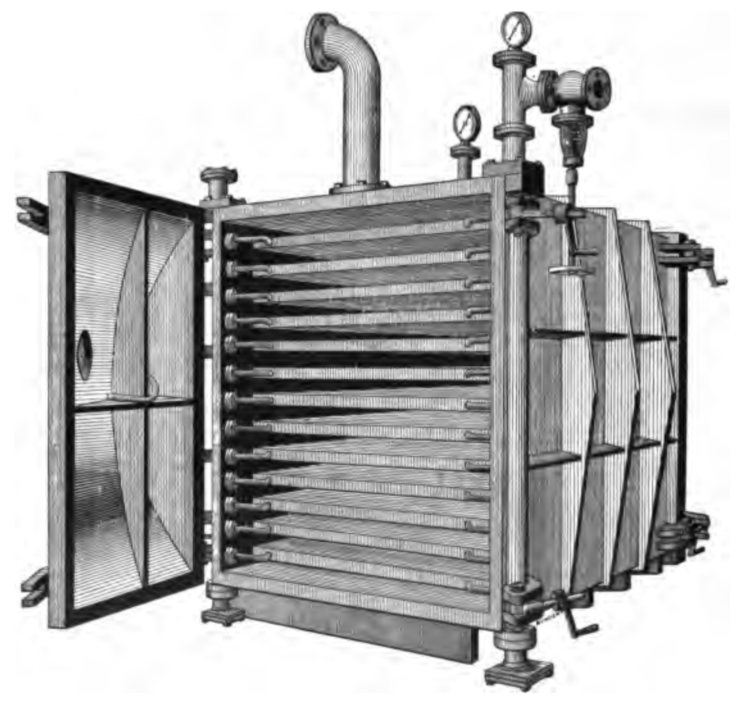
qu'elle ramollit la matière, la débarrasse des impuretés superficielles les plus grossières et, en même temps, en sépare les corps gras qui sont dissous par l'eau chaude. En vue de faciliter ce dégraissage, on ajoute parfois un peu de soude au bain.

Au sortir de la cuve, le caoutchouc est découpé en petits morceaux ayant, tout au plus, un volume de 3 à 5 centimètres cubes; cette opération s'exécute habituellement à la main, à l'aide d'un couteau effilé et sous un filet d'eau qui a pour but de refroidir la matière et de l'empêcher de coller.

Déchiquetage et lavage. — Après ce traitement préliminaire, le caoutchouc est broyé, tout en étant soumis à un lavage à l'eau froide. Les morceaux sont, en premier lieu, écrasés entre deux paires de cylindres déchiqueteurs, en fonte dure, placés côte à côte horizontalement et tournant à des vitesses différentes. Habituellement, la surface de ces cylindres est garnie de fines cannelures obliques ou hélicoïdales, ou bien d'un gaufrage peu prononcé. Il importe que les aspérités ne soient pas trop saillantes, afin de ne pas déchirer le caoutchouc ni d'affaiblir sa nervosité. Un courant d'eau froide ruisselle continuellement sur la matière travaillée, entraînant les impuretés avec lui. On termine le lavage en faisant passer le caoutchouc par une seconde paire de cylindres disposés comme les précédents, mais à surface lisse un peu rude, également arrosés d'eau. Ces opérations facilitent l'extraction des corps étrangers qui se trouvent emprisonnés à l'intérieur du caoutchouc. On obtient ce dernier à

l'état pur, sous forme de feuilles irrégulières, pleines de rugosités, voire de trous, rappelant, par ses rides, l'aspect d'une peau de serpent.

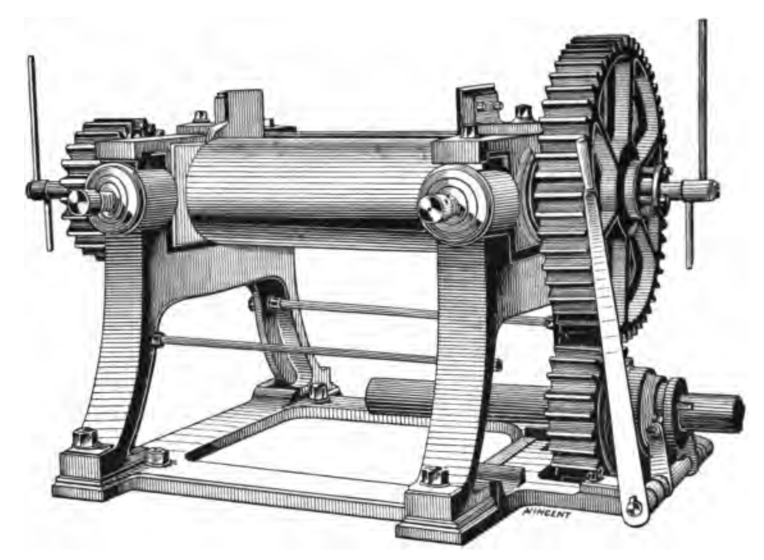
Séchage. — Ces feuilles, auxquelles on donne parfois le nom de *dentelles*, sont mises à sécher. Souvent,



Séchoir dans le vide.

on se contente, à cet effet, de les suspendre à des tringles en bois ou en fer, dans un local obscur chauffé vers 50 ou 60° C par des tuyaux de vapeur et convenablement ventilé. Il existe des appareils plus perfectionnés consistant en des armoires, parfaitement closes, dans lesquelles le séchage s'effectue au milieu

d'un vide relatif et, par conséquent, à basse température, ce qui diminue les risques d'oxydation du caoutchouc. Ce système est particulièrement recommandable pour les gommes de qualité inférieure, à consistance poisseuse, facilement altérables sous l'action de la chaleur. La perte de poids au séchage est,

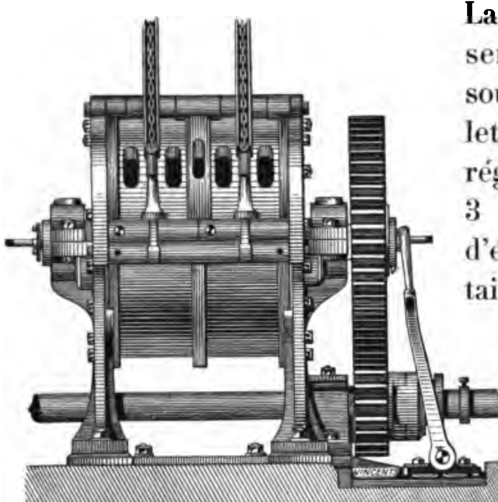


Cylindres masticateurs.

en moyenne, pour les bonnes qualités, de 10 à 15 p. c. et, pour les qualités secondaires, de 15 à 35 p. c.

Masticage. — Avant de pouvoir utiliser le caoutchouc à la fabrication de produits manufacturés, il faut lui rendre la consistance compacte et la texture homogène que le déchiquetage lui a fait perdre. Ce résultat est réalisé par l'opération du masticage, appelée aussi régénération, qui consiste à travailler, à plusieurs reprises, les feuilles séchées, entre des cylindres

lisses chauffés intérieurement par de la vapeur. Ces cylindres sont placés horizontalement côte à côte ou, plus rarement, superposés. A leur contact, le caoutchouc s'échauffe, se ramollit, devient plastique. Par la pression, les pores se resserrent, les éléments s'agglomèrent, se soudent et l'on obtient du caoutchouc compact ayant récupéré une densité normale. La matière se présente, maintenant, sous forme de galettes, plus ou moins régulières, ayant de 3 à 40 millimètres d'épaisseur. Dans certains cas, on se contente d'enrouler ces plaques sur elles-mêmes, en les serrant fortement de façon à laisser le moins d'air possible entre les spires. Ces rouleaux sont déposés dans un magasin frais et obscur jusqu'au moment de leur utilisation.

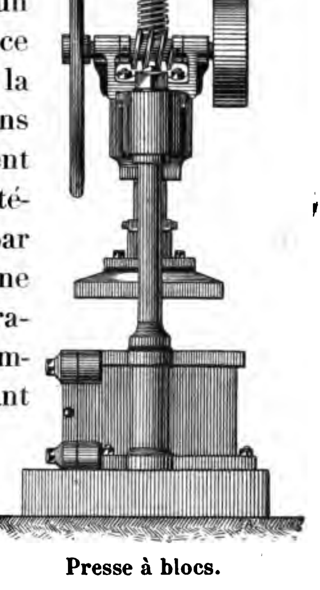


Masticateur ou diable.

Lorsqu'il s'agit de préparer le caoutchouc pour fabriquer des feuilles minces ou feuilles anglaises, on procède un peu différemment. Le masticage se fait au moyen d'un appareil qui porte le nom de *diable* ou *loup*.

Cet appareil est constitué par un fort cylindre en

fer, garni intérieurement de saillies en pointes, placé au-dessus d'un double fond que l'on peut chauffer à la vapeur. La partie supérieure, munie de charnières, peut s'ouvrir comme un couvercle; on la soulève au moyen de chaînes. Dans l'intérieur de l'appareil tourne un tambour en fonte massive, dont la surface est également garnie de saillies. Avec les feuilles de caoutchouc lavées et séchées, on forme un rouleau un peu plus gros que l'espace restant libre entre le tambour et la caisse, et on introduit ce bloc dans l'appareil. Par suite du mouvement de rotation imprimé au cylindre intérieur, le caoutchouc est entraîné par les pointes et tourne sur lui-même, ne pouvant glisser. Durant cette opération, le caoutchouc est étiré, comprimé dans tous les sens. En frottant énergiquement les unes contre les autres, les particules s'échauffent, se ramollissent et finissent par se souder, s'agglomérer intimement.

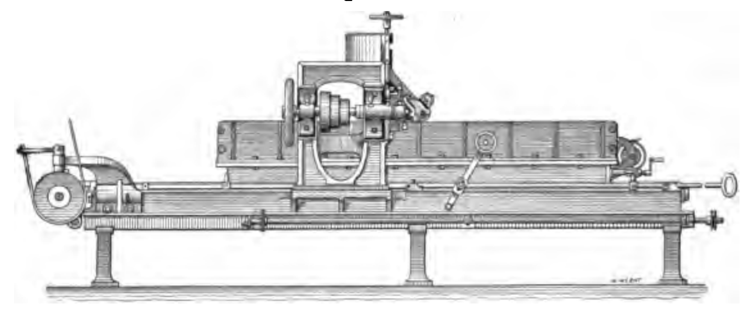

Presse à blocs.

Lorsque le caoutchouc est suffisamment mastiqué, on passe à l'opération suivante.

Blocage et congélation. — Les galettes encore chaudes sont empilées sur un cadre rectangulaire en fonte et soumises à une forte pression au moyen d'un piston actionné par une vis sans fin ou par la force hydraulique. On laisse la masse dans cette position pendant

quelques jours, jusqu'à ce qu'elle soit complètement refroidie; on la retire, alors, sous forme d'un pain compact représentant un parallélipipède. Au lieu d'un cadre rectangulaire, on peut faire usage d'une presse-canon, qui fournit des cylindres parfaitement réguliers d'un diamètre de 30 centimètres environ et d'une longueur de 50 centimètres à 1 mètre.

Quelle que soit leur forme, les blocs de caoutchouc séjournent durant plusieurs mois, dans une cave où l'on maintient une température très basse. Pendant



Machine à scier les blocs rectangulaires.

ce repos dans un milieu froid et obscur, le caoutchouc se bonifie considérablement; grâce à un lent travail moléculaire interne, il acquiert, peu à peu, une uniformité parfaite au point de vue de la composition et de la nervosité; toute trace d'irrégularité et de stratification disparaît dans la masse.

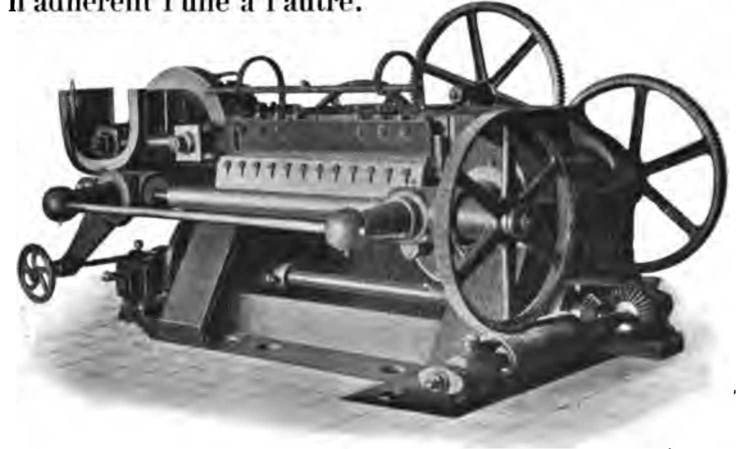
Sciage. — Lorsque le moment est venu de les mettre en œuvre, on retire les blocs de la cave et on les réchauffe à une température convenable pour le travail. Les feuilles sont obtenues par sciage à l'aide d'une lame d'acier sans dents, disposée horizontale-

ment, à laquelle on imprime un déplacement alternatif accéléré, correspondant à 600 ou 800 coups par minute. Ce couteau est constamment rafraîchi par un filet d'eau, afin d'éviter l'échauffement du caoutchouc. Le mécanisme diffère selon qu'il s'agit de débiter un bloc rectangulaire ou un bloc cylindrique.

Dans le premier cas, le dispositif de l'appareil rappelle celui d'une machine à planer le bois. Le pain de caoutchouc est collé sur un chariot qui avance automatiquement le long d'un plateau à glissières, tandis que la feuille est sciée à la surface supérieure. Lorsque le chariot est arrivé au bout de sa course, on le ramène en arrière et on l'élève d'une quantité correspondante à l'épaisseur d'une feuille. Les feuilles obtenues par ce système ont une longueur limitée, mais on peut en souder plusieurs bout à bout à l'aide de la *machine à battre.*

Quant aux blocs cylindriques, ils sont débités en une feuille continue au moyen d'une machine agissant de la manière suivante : le rouleau de caoutchouc est ajusté horizontalement entre deux pointes pivotantes qui le maintiennent par les deux extrémités de son axe. Tout en tournant sur lui-même, il se présente à l'action d'un long couteau animé d'un mouvement de va et vient extrêmement rapide, s'élevant jusqu'à 2,000 battements par minute, sorte de tremblement presqu'imperceptible à l'œil. Le tranchant est, comme précédemment, continuellement rafraîchi par un filet d'eau ou des blocs de glace. Le cylindre de caoutchouc est, littéralement, pelé jusqu'à son centre, suivant une ligne en spirale et transformé en une

nappe fine, continue, dont le développement peut atteindre 500 mètres. L'épaisseur de cette feuille se règle à volonté; on peut obtenir des feuilles ayant moins de $^2/_{10}$ de millimètre. Au fur et à mesure que la nappe se détache du bloc, on l'enroule sur un tambour, en ayant soin de la savonner avec du talc ou avec de l'eau de savon, pour empêcher que les spires n'adhèrent l'une à l'autre.



Machine automatique à couper les blocs ronds.

Le caoutchouc, scié ainsi en lames fines par l'un ou l'autre des procédés que nous venons d'expliquer, porte le nom de *feuille anglaise*. Ce produit est alors prêt à être travaillé directement à l'usine ou à être expédié à d'autres établissements.

On remarquera qu'il n'a pas été ajouté de soufre au caoutchouc. C'est que la vulcanisation se fait après achèvement de l'objet, par trempage à chaud ou à froid.

La véritable feuille anglaise est composée de caout-

chouc absolument pur. Cependant, on trouve aussi, dans le commerce, sous la même dénomination, des feuilles sciées dans la composition desquelles entre une certaine quantité de charge.

MÉLANGES.

Travail préliminaire. — Dans la confection de la plupart des produits manufacturés, l'on fait usage de caoutchouc mélangé avec une certaine quantité d'adjuvants, charges ou substituts. Les opérations préliminaires auxquelles on soumet la matière brute sont les mêmes que celles que nous avons décrites précédemment. Rarement, on fait usage des blocs ayant subi la congélation. On se contente d'employer le caoutchouc mastiqué, transformé en plaques et enroulé ainsi que nous l'avons expliqué ci-dessus. Presque toujours, le malaxage avec les autres substances succède immédiatement au masticage.

Pesage des matières. — Après avoir déterminé la quantité de caoutchouc à travailler dans une opération, on pèse soigneusement tous les autres ingrédients devant entrer avec lui dans la composition : soufre pour vulcaniser, charges, colorants, régénéré, factice, etc. Le tout est déposé dans des baquets en zinc et transporté à l'atelier. Parfois, ces substances sont mélangées préalablement.

Dans chaque cas particulier, le fabricant choisit la qualité de caoutchouc qui convient le mieux, tant au point de vue du prix de revient auquel il veut

atteindre que des qualités que devra posséder l'objet à fabriquer. Il est clair, par exemple, que la confection des bandages pneumatiques exigera de la gomme éminemment nerveuse et élastique, tandis que cette condition ne sera nullement requise pour un mélange destiné à être transformé en ébonite, puisque la vulcanisation poussée à fond a pour effet d'annihiler complètement la nervosité. C'est en se basant sur des considérations du même ordre que l'on décidera de la quantité de factice et de caoutchouc régénéré à introduire dans chaque mélange. Quant aux adjuvants et aux colorants à employer, leur choix dépend essentiellement du genre d'application auquel chaque objet est destiné. On conçoit qu'il est difficile, pour ne pas dire impossible, d'indiquer des compositions pouvant être adoptées pour les diverses classes de produits. Chaque usine possède ses recettes particulières, fruit de ses essais et de son expérience, qu'elle applique pour faire les mélanges destinés à telle ou telle catégorie d'objets à fabriquer.

Quoi qu'il en soit, nous donnons ci-après, à titre d'exemples, quelques formules générales s'appliquant aux mélanges appropriés à des articles de fabrication courante.

Tapis.

Gomme	100		
Soufre	25		
Régénéré	25		
Charge	50	sulfate de baryte . . .	25
		blanc de zinc	25

Clapets.

CAOUTCHOUC SOUPLE.		CAOUTCHOUC DEMI-SOUPLE.	
Gomme	100	Gomme	100
Soufre	15	Soufre	15
Régénéré	x	Factice	50

CAOUTCHOUC RIGIDE.

Gomme	100		
Soufre	20		
Charge	100	blanc de zinc	25
		carbonate de chaux	25
		kaolin	50

Tuyaux.

CAOUTCHOUC ROUGE.		TYPE DES CHEMINS DE FER.			
Gomme	100	Para	110		
Sulfure d'antimoine	25	Soufre.	10		
Factice	25	Charge	70	blanc de zinc.	35
				litharge	35

Bandages pneumatiques pour voitures automobiles.

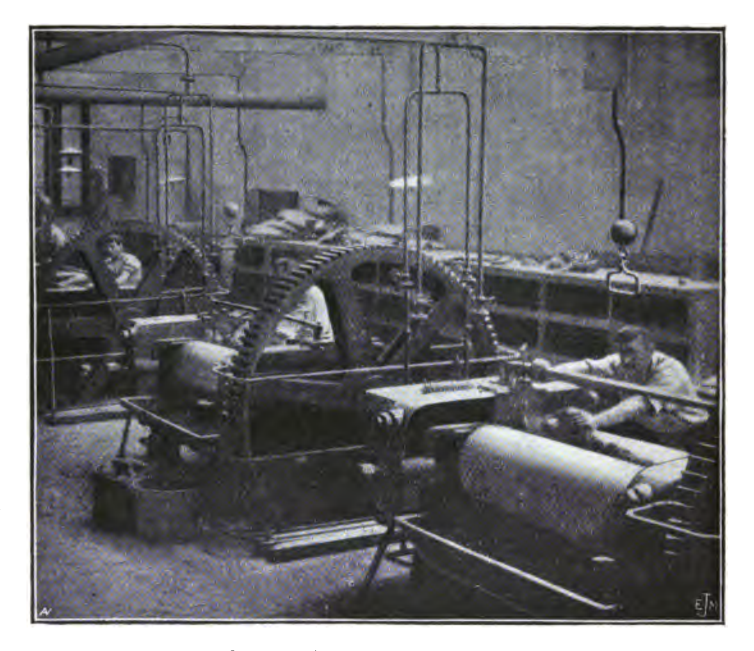
CARCASSE.		PROTECTEUR.	
Gomme	100	Gomme.	100
Soufre	15	Soufre	15
Régénéré	25	Charge	50 (litopone, etc.).

Ébonite.

Gomme	100		
Soufre	50		
Charge	200	litharge	75
		chaux	50
		sulfate de baryte	75

Il est bien entendu que les chiffres que nous indiquons ci-dessus n'ont rien de fixe. On peut faire varier, dans des limites assez étendues, les proportions des différents éléments; on peut, aussi, changer

la nature des charges et choisir des caoutchoucs de l'une ou l'autre qualité. Les conditions du travail subséquent en seront forcément modifiées et, pour chaque recette distincte, il faudra déterminer pratiquement quelles devront être la température et la durée de la vulcanisation.



Gand : Atelier de malaxage.

Malaxage. — Cette opération a pour but de mélanger le plus intimement possible les diverses matières qui viennent d'être préparées. A cet effet, on se sert de cylindres pétrisseurs, semblables aux cylindres masticateurs dont nous avons parlé. Ils ont la surface lisse et peuvent être chauffés intérieurement par de la vapeur; la chaleur peut ainsi se régler d'après la

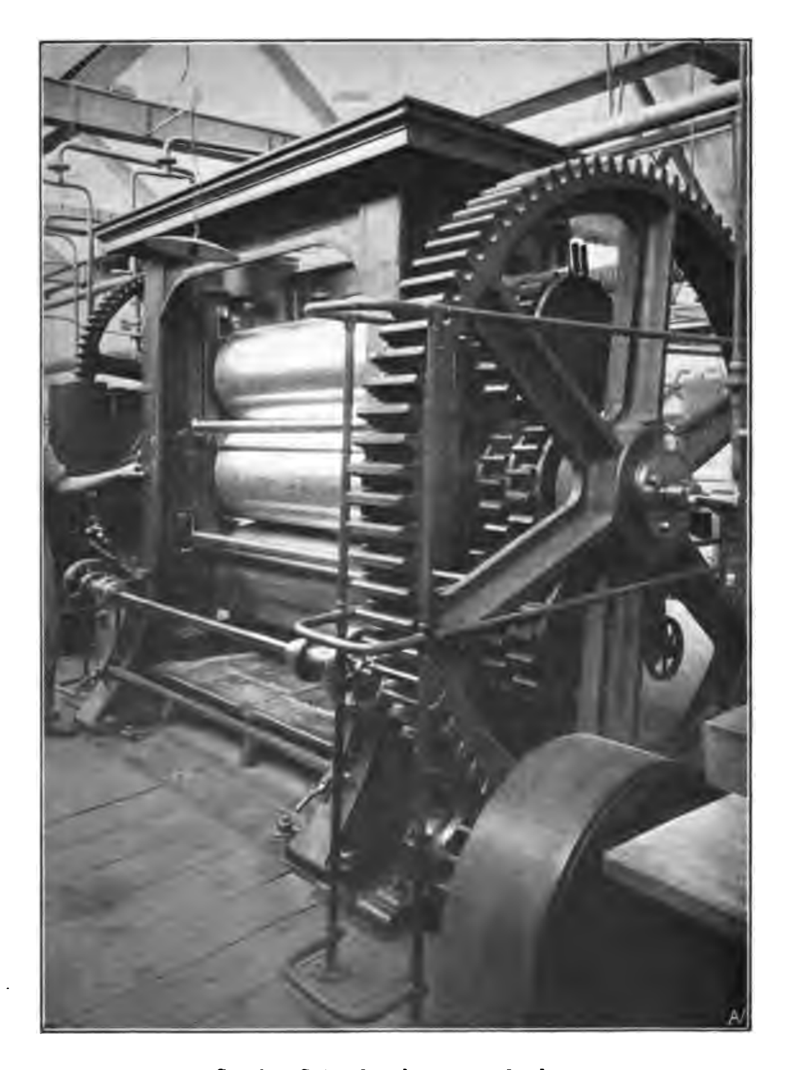
nature des substances à travailler. On commence par faire passer entre les cylindres les galettes de caoutchouc; grâce à la chaleur, elles se ramolissent et se laminent facilement. Au bout de quelque temps, les particules de gomme ont acquis une mobilité relative; c'est à ce moment que l'on introduit, sucessivement et par petites portions, toutes les substances devant faire partie de la composition : d'abord le soufre, puis les autres ingrédients. Ce faisant, on passe à de nombreuses reprises la masse laminée par les cylindres.

La durée du malaxage dépend de la nature et de la proportion des matières à mélanger. On ne s'arrête que lorsqu'on est sûr d'avoir obtenu une masse bien homogène. Alors, celle-ci se présente sous forme de plaques assez épaisses, susceptibles d'être mises en œuvre sans autre préparation.

Calandrage. — Souvent, dans la fabrication de certains objets, il est nécessaire d'avoir à sa disposition des feuilles minces très régulières, d'une épaisseur déterminée, variant de $\frac{1}{4}$ à $\frac{3}{4}$ de millimètre. C'est au moyen de la calandre que l'on obtient ce résultat. Toutefois, l'on ne peut pas travailler directement à cet appareil les feuilles provenant du malaxage. Il faut, au préalable, les amener à un degré de ramollissement convenable en les réchauffant dans une sorte de laminoir formé par deux cylindres superposés, chauffés intérieurement par de la vapeur. Immédiatement après, la feuille passe à la calandre.

Une calandre est généralement constituée par trois

cylindres, rarement par quatre, disposés l'un au-dessus de l'autre et dont on peut régler l'écartement à volonté; ces cylindres, qui sont chauffés, tournent



Gand : Calandre à trois cylindres.

alternativement en sens contraire. La feuille est laminée, étirée jusqu'à l'épaisseur requise.

Au sortir de la machine, la nappe est enroulée autour d'un tambour; on a soin d'en saupoudrer la surface avec du talc ou de lui adjoindre une toile intercalaire pour éviter l'adhérence. L'appareil peut être muni d'un dispositif de couteaux permettant de diviser la nappe en bandes parallèles, ce qui dispense du travail subséquent de découpage.

Profilage. — Dans certaines spécialités, l'on doit obtenir, non plus une nappe dont les deux faces sont unies et parallèles, mais des lames continues présentant un dessin en relief ou des surépaisseurs à certains endroits de leur section. C'est le cas, notamment, pour les chapes des bandages pneumatiques de bicyclettes et pour les bandes hors desquelles on découpe les semelles extérieures des chaussures imperméables. Alors, au lieu de travailler la pâte à la calandre ordinaire, on la lamine entre deux cylindres, dont l'un porte, gravé en creux sur sa surface, le dessin à reproduire en profil. Le ruban sans fin sortant du laminoir a, par exemple, comme largeur, la longueur de la semelle; on sectionne cette bande en tronçons d'une grandeur suffisante pour fournir six semelles consécutives.

B. Travail de la feuille anglaise.

La feuille sciée sert à fabriquer toute une série d'objets, généralement de dimensions restreintes, dont les parois, très minces, ont parfois une ténuité

extrême. Ces produits doivent, tout en possédant une solidité suffisante, être doués d'une flexibilité complète ou d'une grande extensibilité. Tels sont, par exemple : les tubes pour laboratoire et pour les biberons, les tétines et les téterelles, les gants, les ballons, etc. Cette branche très spéciale de l'industrie du caoutchouc peut se résumer en deux phases : le façonnage des objets, puis leur vulcanisation.

FAÇONNAGE.

Deux méthodes de travail sont en usage : celle par moulage et celle par découpage et soudure.

Moulage. — Ce système s'applique à de menus objets, comme les pièces pour biberons, dont on produit une grande quantité à la fois. Un certain nombre de mandrins ayant la forme voulue sont fixés à un cadre; on les plonge, tous en même temps, dans une dissolution de caoutchouc, puis on laisse évaporer la benzine. Après dessiccation, on recommence l'opération, et celle-ci est répétée autant de fois qu'il est nécessaire pour que la couche de caoutchouc déposée sur le mandrin acquière une épaisseur suffisante.

Découpage et soudure. — Dans ce procédé, suivi, notamment, pour la confection des gants, des doigtiers, des tubes flexibles, etc., on commence par débiter la feuille de caoutchouc, à l'aide de ciseaux,

en bandes d'une largeur convenable. Hors de ces bandes, on découpe à l'emporte-pièce les différents morceaux qui doivent constituer l'objet. Ensuite, on assemble ces pièces en se servant d'un mandrin, réunissant les bords que l'on soude par une légère pression. Certains détails s'achèvent au moyen des doigts. Le caoutchouc pur et non vulcanisé est très plastique; il adhère aisément à lui-même. Il existe aussi des dispositifs perfectionnés pour accomplir mécaniquement et rapidement ces opérations.

Les tubes flexibles se façonnent d'une manière fort simple. Après avoir découpé un ruban d'une largeur un peu supérieure au développement du pourtour, on l'introduit, en le repliant à moitié, dans une ouverture circulaire pratiquée dans une lame métallique. Puis, on le fait avancer lentement en lui imprimant un petit mouvement de va-et-vient. Le simple frottement contre les bords de l'orifice suffit pour souder les deux lèvres et former le tuyau.

Les ballons, qu'ils soient sphériques ou qu'ils affectent des formes particulières, sont obtenus par des procédés analogues. Les morceaux découpés à l'emporte-pièce sont réunis et collés ensemble. Après quoi, on les dilate par l'introduction d'air comprimé. Ces manipulations s'exécutent méthodiquement avec une grande précision, grâce à une installation mécanique des plus perfectionnées. Souvent les ballons portent des dessins que l'on imprime à l'aide de clichés en bois. La fixation de l'embouchure ou d'autres organes accessoires à lieu après la vulcanisation.

VULCANISATION.

La vulcanisation des objets en feuille anglaise a toujours lieu par trempage à chaud ou à froid.

Trempage à chaud. — On fait usage d'un bain de soufre fondu, contenu dans une chaudière en fonte et maintenu à une température de 130 à 135° C. Les pièces, suspendues à un cadre, y sont immergées pendant un certain temps; vu leur faible poids, on est obligé de leur adjoindre une charge supplémentaire sous forme de réglettes. Les objets à vulcaniser doivent être bien secs. Dans ce procédé, on ne peut guère dépasser une épaisseur de 6 à 8 millimètres.

Trempage à froid. — Pour opérer à froid, on prépare, dans un vase en grès, un bain de chlorure de soufre dissout dans du naphte, du sulfure de carbone ou du tétrachlorure de carbone. On y plonge les objets pendant deux ou trois minutes, puis on les laisse sécher dans un local maintenu à une température de 25° C. environ, en aspirant les vapeurs par en bas. Après un second trempage, on laisse sécher définitivement les pièces dans une étuve; pendant ce repos, la réaction entre le soufre et le caoutchouc a le temps de se terminer et de se propager en tous les points de la paroi. Cette méthode de vulcanisation est très expéditive, mais elle ne s'applique avec succès qu'à des objets ayant, au maximum, 3 à 4 millimètres d'épaisseur.

C. Transformation directe des mélanges en objets de caoutchouc souple ou durci.

Ici, nous avons à décrire trois groupes d'opérations : le façonnage, la vulcanisation, le travail mécanique ou parachèvement.

FAÇONNAGE.

La transformation de la pâte de caoutchouc en objets de forme déterminée s'effectue par des procédés assez variés, mais rentrant toujours dans l'une ou l'autre des catégories suivantes : découpage et collage, boudinage, moulage.

Découpage et collage. — Certaines pièces plates sont simplement obtenues en découpant des morceaux de forme voulue hors des feuilles sortant de la calandre, puis en superposant un certain nombre de ces morceaux, de façon à arriver à l'épaisseur requise. On soude le tout par un laminage, ou bien par une compression dans un moule, lors de la vulcanisation. C'est ainsi que l'on prépare, entre autres, les feuilles pour joints, les feuilles pour gommes à effacer en deux compositions, les sabots pour chevaux, etc. Parfois, des pièces sont découpées à l'emporte-pièce hors d'une plaque laminée suivant un certain profil et avec reliefs (semelles imperméables, etc.). On peut, d'ailleurs, travailler les feuilles de caoutchouc mélangé en assemblant, sur un mandrin, des morceaux découpés d'avance, comme cela se fait avec la feuille anglaise. Toutefois, pour coller ensemble les pièces

que l'on veut réunir, on a recours à des dissolutions de caoutchouc, dont on enduit les parties mises en contact.

Boudinage. — Ce procédé convient spécialement pour fabriquer tous articles de faible section, creux ou pleins, de longueur indéterminée, par exemple : les boudins, les bourrelets, les bandes de billard, les câbles, les tuyaux à gaz, les tubes en ébonite, etc. L'appareil employé s'appelle *boudineuse;* il consiste en un petit cylindre horizontal dans lequel on introduit le mélange par une ouverture supérieure. Dans l'intérieur, un arbre garni d'une palette hélicoïdale fait avancer la pâte, la presse vers l'extrémité antérieure et la force à sortir par une filière adaptée à cet endroit. L'orifice est généralement entouré par une couronne de petites flammes de gaz, de façon à chauffer légèrement la pâte et à la maintenir à un degré de plasticité convenable. La filière peut affecter des formes variées et l'on peut réaliser toutes espèces de profils creux ou pleins. Le boudin ou le tuyau, fourni par la machine en une bande sans fin, est reçu dans une boîte plate en tôle et enroulé en spirale au milieu de talc. Certaines boudineuses sont pourvues d'un dispositif spécial pour saupoudrer de talc automatiquement les tuyaux à leur sortie.

Moulage. — Beaucoup d'objets destinés à des usages industriels ou autres sont façonnés dans des moules, en acier ou en bronze, formés de deux pièces que l'on réunit en les serrant fortement au moyen de clames. Cette manière d'opérer assure la netteté des contours

et l'exactitude des dimensions. Certains objets de forme simple, tels que les bouchons, s'obtiennent au moyen d'une plaque percée, de part en part, de cavités légèrement coniques dans lesquelles on introduit la pâte; la pression se donne alors par l'appareil à vulcaniser. Pour certains articles, comme les paillassons, les moules consistent en de simples plaques portant des dessins en creux, que l'on place sur le plateau inférieur de la presse à vulcaniser. Parmi les articles fabriqués par moulage, nous citerons : les clapets et autres organes du même genre en caoutchouc souple, durci ou demi-souple, les talons à ajuster aux chaussures, etc.

Pour fabriquer les timbres en caoutchouc, on compose d'abord le texte avec des caractères typographiques; sur cette composition, on coule du plâtre et, dans le moule ainsi obtenu, on presse de la pâte de caoutchouc.

Les objets creux, tels que les balles à jouer, les poupées, etc., se font également à l'aide d'un moule dans lequel on place la pièce d'abord ébauchée. On a soin de renfermer à l'intérieur quelques gouttes d'un liquide volatile, eau ou ammoniaque, dont la vapeur, lors de la vulcanisation, dilatera les parois et les obligera à épouser exactement tous les contours du moule.

On doit souvent revêtir certaines pièces métalliques, cylindres de filatures, robinets, etc., d'une couche de caoutchouc souple ou plus ou moins durci. Dans ce cas, ces pièces servent, en quelque sorte, de moule intérieur et accompagnent le caoutchouc à la vulcanisation. On emploie également de la poudre d'ébonite

râpée pour garnir extérieurement des organes métalliques, ou bien pour façonner des objets moulés, que l'on comprime comme précédemment. Naturellement, cette poudre doit être malaxée avec de la dissolution de caoutchouc, afin de former une pâte plastique. La pâte d'ébonite peut aussi servir pour souder des plaques d'ébonite dont on peut former des récipients ou d'autres objets.

VULCANISATION.

Opération. — Pour déterminer la combinaison chimique entre le soufre et le caoutchouc, il faut, ainsi que nous l'avons dit au début, porter la masse à une température supérieure de quelques degrés à la température de fusion du soufre, qui est de 120° C. La chaleur atteinte dans cette opération varie généralement entre 122 et 136° C. Quant au temps pendant lequel on soumet les objets à cette coction, il est compris entre une demi-heure et trois heures. Ces deux éléments de l'opération ont, d'ailleurs, entre eux une liaison étroite. La température doit être d'autant plus élevée et le temps d'autant plus long que l'on veut réaliser une vulcanisation plus forte, c'est-à-dire, obtenir un plus grand degré de dureté ; en même temps, la quantité de soufre incorporé aura été plus considérable. Pour les objets courants, on adopte souvent la température de 128 à 130° C. et une durée d'une heure à une heure et demie ; quand il s'agit d'ébonite, une température de 133 à 136° C. et une durée de deux heures et demie à trois heures sont nécessaires. Il est des cas où l'on n'obtient pas du

premier coup le résultat désiré; alors, il faut procéder à plusieurs coctions consécutives.

Rappelons que, pour fixer la température et la durée de la vulcanisation, on tient compte non seulement de l'épaisseur des objets, mais encore des matières ajoutées au caoutchouc, ces matières pouvant avoir plus ou moins d'influence sur la réaction ou conduire plus ou moins bien la chaleur.

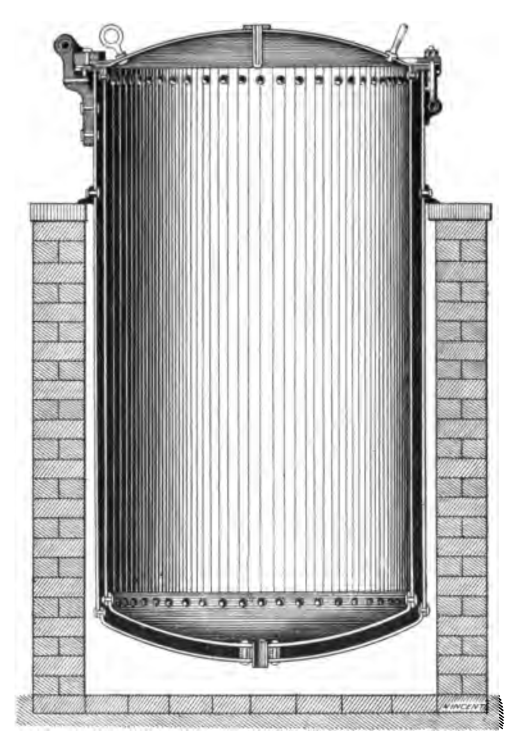


Autoclave horizontale avec chariot.

Quant aux appareils utilisés pour effectuer l'opération, ils sont de différents genres. Ce sont : ou bien des *autoclaves* chauffées par la vapeur; ou bien des *presses* à plateaux chauffés; ou, enfin, des *moules* à parois chauffées.

Autoclaves. — Les autoclaves sont des chaudières en tôle ou en fonte, de dimensions variables, placées verticalement ou horizontalement et fermées par un couvercle à joint hermétique. Ce couvercle peut être

à charnière ou bien amovible et manœuvré, dans ce cas, à l'aide d'un contrepoids ou d'un treuil adapté à une potence. On introduit dans ces appareils les objets pressés dans leurs moules ou renfermés librement dans des boîtes en tôle, ce qui est le cas, par exemple, pour les produits obtenus par boudinage. Les pièces à vulcaniser sont ainsi à l'abri du contact direct de la vapeur.



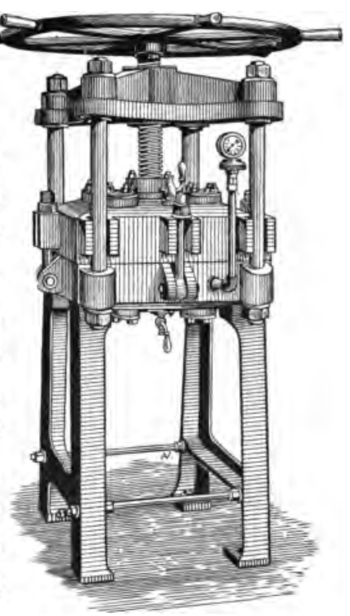
Autoclave à chemise de vapeur.

Les tablettes en pâte d'ébonite, découpées hors de feuilles laminées, sont empilées les unes sur les autres, enduites de talc ou séparées par de minces feuilles d'étain et inclinées à 45° pour éviter tout séjour d'eau de condensation. On introduit de la vapeur à 3 ½ ou 4 atmosphères, ce qui correspond à une température théorique de 139 à 144° C.

L'emploi de la vapeur est commode parce qu'il permet de constituer un milieu chauffé en tous ses points à une température déterminée ; il suffit, pour cela, de

régler la pression. L'autoclave est munie de divers appareils de contrôle et de sécurité : manomètre, thermomètre, soupape de sûreté, purgeur de vapeur.

Il y a aussi des autoclaves à doubles parois ou à enveloppe de vapeur; la vulcanisation se fait alors dans l'air sec, mode d'opérer qui est indispensable pour certains produits.

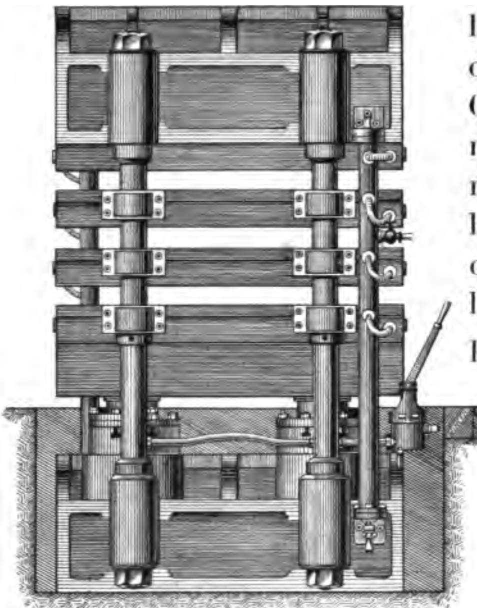


Presse à vis à vulcaniser.

Presses. — Beaucoup d'objets de forme plate, ou façonnés dans des moules ouverts sur chaque face, sont soumis à la vulcanisation dite *par contact*, qui s'effectue en comprimant l'objet entre deux plateaux horizontaux. La pression est donnée soit au moyen de vis sans fin, et, dans ce cas, le plateau inférieur est fixe et le plateau supérieur mobile; soit au moyen de pistons hydrauliques et, alors, c'est le plateau inférieur qui se meut et se rapproche de l'autre. Les plateaux sont chauffés intérieurement par de la vapeur circulant dans des canaux; cette vapeur peut être introduite par les côtés des plaques, ou bien amenée par le centre même de l'appareil.

Il y a des presses de toutes grandeurs, adaptées aux dimensions des pièces à vulcaniser. Les petites presses à vis sont manœuvrées à la main, à l'aide d'un

volant horizontal calé sur l'arbre vertical. Les presses plus grandes sont munies de plusieurs vis terminées par des pignons et ceux-ci sont actionnés par un arbre horizontal qui reçoit un mouvement de rotation par l'intermédiaire d'une poulie et d'une courroie.



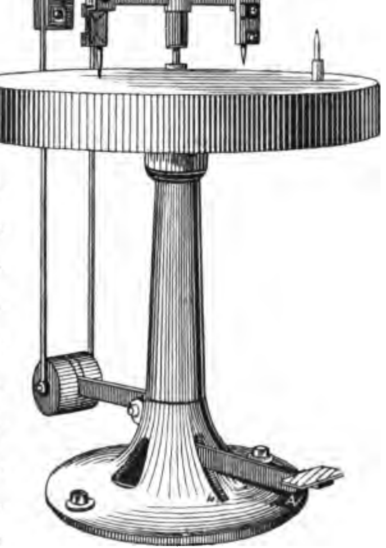
Presse hydraulique à vulcaniser à plateaux multiples.

Les presses hydrauliques comportent un ou plusieurs pistons. Ceux-ci sont mis en mouvement directement par l'eau refoulée par une pompe, ou, plus souvent, par l'eau maintenue sous pression à l'aide d'un accumulateur, alimenté lui-même par une pompe.

Les presses peuvent être simples ou à plusieurs étages, ce qui permet d'en tirer un meilleur rendement. Il en est qui ont jusque cinq plateaux intermédiaires. Certains constructeurs munissent leurs presses d'un dispositif d'arrêt automatique fonctionnant lorsqu'on atteint une pression maximum déterminée.

Moules à parois chauffées. — Ce procédé de vulcanisation se rapproche du précédent; il n'est applicable,

d'ailleurs, qu'à certains genres de produits, par exemple, aux bandages destinés à garnir les roues de voiturettes. Les moules annulaires renfermant les boudins en caoutchouc s'empilent les uns au-dessus des autres. Leurs parois sont creuses et les cavités communiquent entre elles, de sorte qu'on peut les chauffer simultanément par un seul courant de vapeur.


Machine à découper.

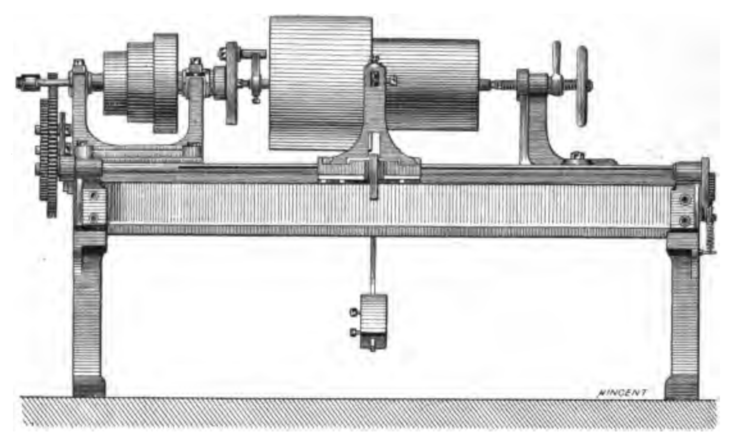
TRAVAIL MÉCANIQUE ET PARACHÈVEMENT.

Ébarbage. — Beaucoup d'objets en caoutchouc souple, après avoir été vulcanisés et retirés de leurs moules, doivent subir un travail de parachèvement. Souvent, cette besogne se réduit à un nettoyage et à un ébarbage; on procède, en quelque sorte, à la toilette de la pièce. D'autres fois, l'on a à exécuter de véritables opérations mécaniques, pour lesquelles on a recours à des instruments manœuvrés à la main ou à des machines-outils.

Découpage. — On peut, par exemple, avoir à découper, hors d'une feuille, des disques ou des

anneaux pour joints. Cela se fait à l'aide de la machine représentée à la page précédente et dont le fonctionnement se comprend aisément.

Les petits anneaux destinés aux bouchons mécaniques se tirent d'un boudin troué que l'on sectionne en tranches d'égales épaisseurs au moyen d'un couperet-guillotine ou d'un disque coupant en acier, sans cesse mouillé d'un filet d'eau. Le boudin se présente



Tour automatique à couper les rondelles.

au couteau en passant à travers une plaque perforée et est soutenu par un cylindre à gorge; chaque fois qu'une rondelle est détachée, le boudin avance automatiquement de la longueur voulue.

Pour obtenir les tampons cylindriques et autres pièces du même genre, on fait usage d'un tour sur lequel on fixe le boudin à travailler. Pendant que celui-ci tourne sur lui-même, on en découpe une longueur déterminée au moyen d'un outil en acier porté par un chariot.

Gommes à effacer. — La fabrication des gommes à effacer exige quelques opérations mécaniques. La feuille de caoutchouc dûment préparée et vulcanisée est découpée, à l'aide d'une cisaille, d'abord en bandes, puis en tronçons ayant à peu près les dimensions des pièces à obtenir. Le parachèvement de celles-ci dépendra de leur forme; suivant le cas, on procédera



Gand : Façonnage d'objets en ébonite.

au tournage des bouts, au façonnage de la pointe à l'aide d'une meule horizontale, à l'adoucissement des arêtes en faisant tourner les pièces dans un tambour avec du sable, etc.

Ébonite. — Un grand nombre d'objets sont façonnés au moyen de plaques et de baguettes d'ébonite vulcanisée. Il s'agit, ici, d'opérations telles que : découpage, sciage, tournage, rabotage, analogues à

celles que l'on fait subir à la corne et aux autres matières utilisées dans l'industrie de la tabletterie. Les plaques travaillées ont une épaisseur variant de 2 à 7 millimètres. La râpe, la lime, le burin, la scie, le rabot, le tour, la machine à fraiser, interviennent dans ces opérations. Très souvent, les pièces terminées reçoivent un travail de parachèvement qui consiste à leur donner le lustre et le poli désirables, en les frottant successivement avec de l'émeri, de la pierre ponce pulvérisée et du feutre.

D. Gommage des tissus et applications.

Lorsque l'on doit fabriquer des appareils avec insertion de toiles intercalaires, l'on doit avoir à sa disposition des bandes ou pièces de tissus préalablement enduites d'une dissolution de caoutchouc, afin qu'elles puissent adhérer à la pâte qui entrera en combinaison avec elle. Nous avons dit, en parlant des matières premières, que ces tissus pouvaient être fabriqués de fils de coton, de chanvre, ou d'amiante. Les tissus imprégnés de caoutchouc peuvent être aussi utilisés directement à la fabrication de divers articles devant posséder certaines qualités d'imperméabilité ou d'isolement : tissus de pansement, draps d'impression, rubans isolants pour canalisations électriques, coussins, vêtements imperméables de toute espèce.

Le gommage des tissus compte parmi les manipulations préparatoires que l'on retrouve dans presque toutes les usines à caoutchouc. Nous l'envisagerons

ici, non seulement au point de vue général de la fabrication, mais aussi relativement aux applications spéciales indiquées plus haut. Cette branche de l'industrie du caoutchouc comporte une série d'opérations qui se succèdent dans l'ordre suivant : examen et préparation des tissus, préparation des dissolutions, étendage, vulcanisation, laquage, confection.

PRÉPARATION DES TISSUS.

Les étoffes destinées à être imperméabilisées sont examinées attentivement avant d'être soumises au gommage. On écarte toute pièce présentant des nœuds ou d'autres défauts susceptibles de provoquer des déchirures par la suite. On s'assure également que le tissu est parfaitement sec, afin que la vulcanisation se fasse dans de bonnes conditions. Cela fait, on procède au mesurage de la pièce; on en découpe la longueur qui doit être travaillée, à laquelle on attache une bande de toile au moyen de laquelle on pourra, sans inconvénient, tendre l'étoffe et commencer à l'enrouler. En même temps, on prépare la toile de lin qui devra accompagner l'étoffe gommée afin d'éviter l'adhérence; on a coutume de faire bouillir cette toile pour la purifier convenablement. Il va de soi que, lorsqu'il s'agit de toiles devant simplement servir aux insertions, des précautions aussi minutieuses ne sont pas nécessaires. Rappelons que la toile d'amiante est caoutchoutée par les mêmes procédés que ceux utilisés pour les tissus ordinaires et que nous allons décrire.

PRÉPARATION DES DISSOLUTIONS.

On prépare des dissolutions et des enduits plus ou moins épais, au moyen de caoutchouc pur ou mélangé avec des charges et des colorants; les dissolvants employés sont, comme nous l'avons vu, la benzine de houille ou le naphte de pétrole. Lorsqu'on veut faire des dissolutions devant servir au collage, on ajoute de la gutta-percha au caoutchouc. S'il s'agit de gommer des toiles de coton pour la fabrication de courroies, on peut préparer la dissolution avec de la balata. L'opération se pratique dans un récipient cylindrique en tôle dans lequel se meut un arbre en bois muni de palettes agitant sans cesse le mélange. Avant d'être introduite dans ce malaxeur, la pâte à dissoudre est préalablement triturée et réchauffée. Dans quelques usines, on remplace cet appareil par un pétrin mécanique, système Werner : c'est une sorte de cuve en

Machine à mélanger les dissolutions.

fonte dans laquelle tournent en sens contraire deux arbres placés horizontalement à côté l'un de l'autre; chacun de ces arbres porte des espèces de bras ou palettes évidées et contournées en hélice. Les ingrédients, agités dans tous les sens par le mouvement des palettes, subissent un malaxage énergique et se mélangent parfaitement. L'appareil est hermétiquement clos, ce qui empêche les vapeurs de benzine ou de naphte de se répandre dans l'atmosphère. Parfois, il est nécessaire de filtrer les dissolutions, afin de les débarrasser des matières qui restent en dépôt.



Filtre
pour dissolutions.

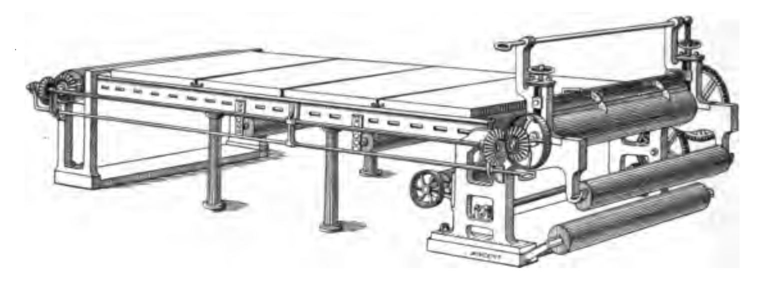
ÉTENDAGE.

Pour étendre la dissolution sur le tissu, on se sert soit d'une calandre à trois cylindres, soit d'un *métier à gommer* ou *spreader*.

La calandre dont on fait usage ne diffère de celle qui est employée pour laminer le caoutchouc que par les organes mécaniques commandant les cylindres, et par l'addition d'un dévidoir et d'un appareil spécial de bobinage. On fait passer simultanément entre les cylindres le tissu à gommer et une mince feuille de caoutchouc préalablement réchauffée; les deux parties se soudent par suite de la compression qu'elles subissent.

On a recours, de préférence, aux métiers à gommer, dont il existe divers modèles. Le système le plus courant a une disposition horizontale. Voici comment il fonctionne :

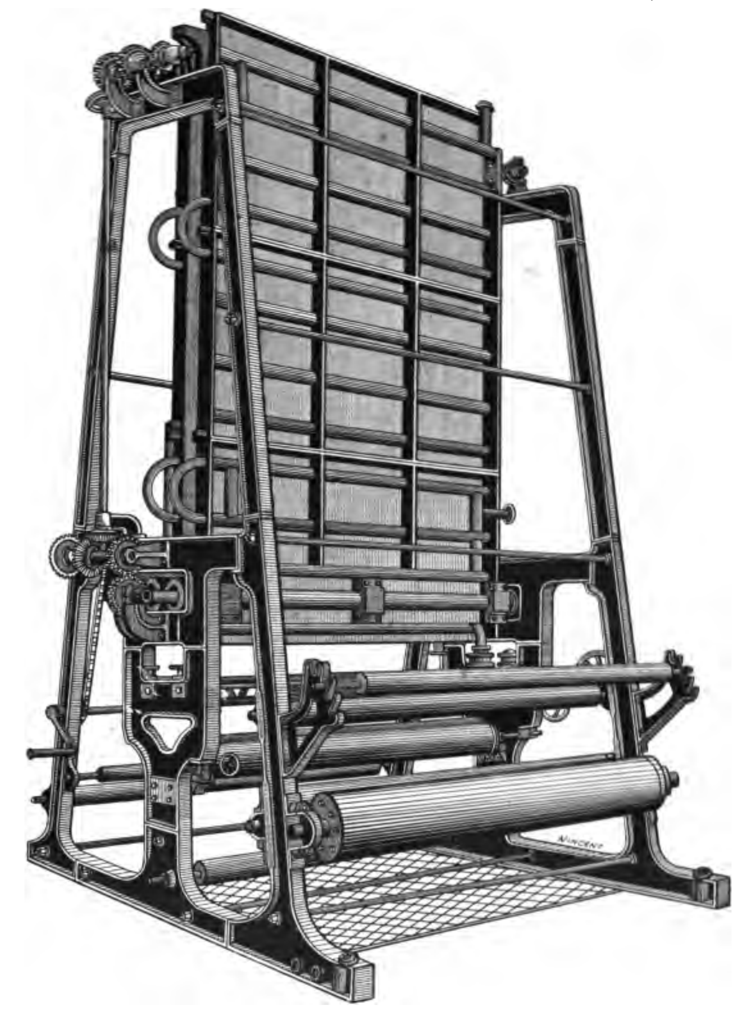
Le tissu à gommer, enroulé sur un tambour placé à l'avant, passe d'abord sur un rouleau creux en fonte ou en ébonite pouvant être chauffé; puis il arrive immédiatement sous l'appareil à étendre. Ce dispositif consiste en un cadre que l'on peut élever ou abaisser à volonté à l'aide d'une vis et qui porte une longue



Métier à gommer horizontal.

pièce de fer appelée *couteau*. A mesure que la toile avance, l'ouvrier y dépose l'enduit au moyen d'une *raclette* en bois; l'épaisseur de la couche est, ensuite, réglée par le couteau dont la position a été fixée à la hauteur voulue. En quittant l'appareil à étendre, la toile voyage sur une table de $2^{m}50$ à 3 mètres de longueur, formée d'une ou de plusieurs taques chauffées intérieurement en vue de hâter l'évaporation de la benzine. Arrivé à l'extrémité de la table, le tissu passe par-dessous; des rouleaux transporteurs le ramènent sur le devant de la machine; là il s'enroule sur un tambour en même temps qu'une toile interposée.

A la table, on substitue, parfois, deux grands tambours chauffés intérieurement ; l'un sert de dévidoir



Métier à étendre vertical.

et, sur l'autre, le tissu gommé vient s'enrouler directement en séchant. Avec ce système, on n'est pas

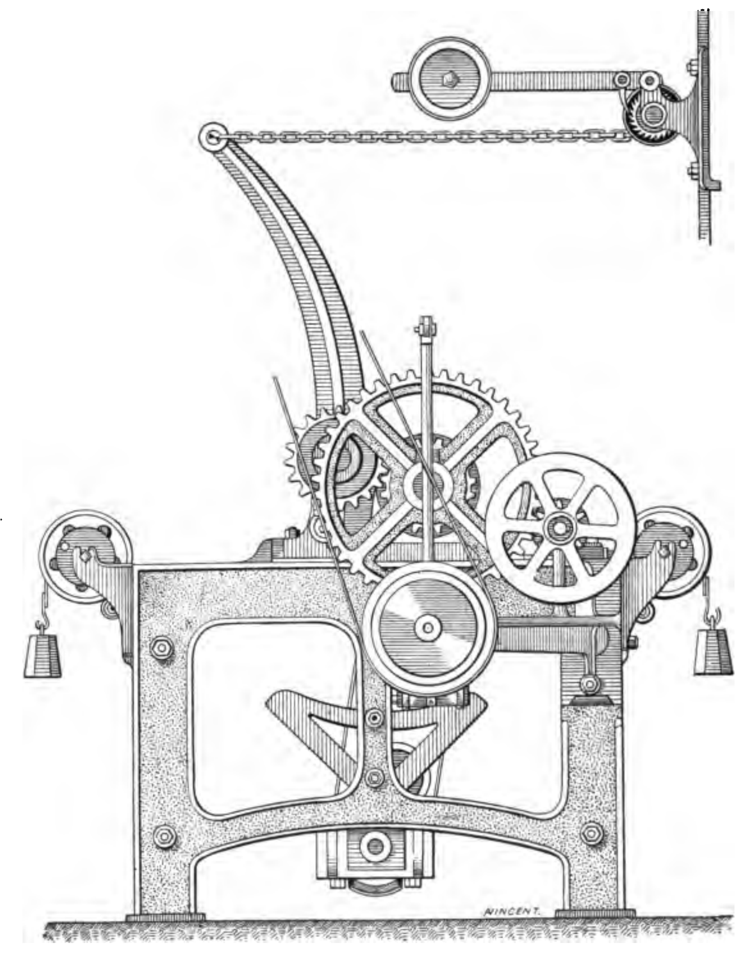
9

forcé d'interrompre le travail au moment de placer une nouvelle toile sur le métier.

On a imaginé des dispositifs permettant de récupérer, dans une certaine mesure, la benzine qui se dégage par évaporation. Dans ces nouveaux appareils, la toile, guidée par des rouleaux, traverse un bain de dissolution installé au niveau du sol et s'imprègne ainsi des deux côtés; puis, elle s'élève verticalement et passe entre deux couteaux qui égalisent l'enduit sur les deux faces. Elle s'engage ensuite dans un couloir formé de deux plateaux verticaux dont l'intérieur est chauffé par de la vapeur. On peut écarter ces plateaux à volonté afin de provoquer une volatilisation plus ou moins rapide. Les vapeurs s'échappant dans cet espace sont aspirées par un ventilateur et refoulées dans un réfrigérant à eau froide où elles se condensent. Avec le métier vertical à gommer, on peut recueillir une bonne partie de la benzine employée.

Pour déterminer la quantité de caoutchouc qui a été déposée sur l'étoffe, il suffit de peser celle-ci avant et après l'opération. Souvent des tissus ont besoin de plusieurs passes au métier à étendre pour être parfaitement imperméabilisés. Si l'on veut lui donner du lustre, on saupoudre le tissu de talc aussitôt après gommage. Lorsqu'on doit obtenir une étanchéité absolue, comme c'est le cas, par exemple, dans la confection des coussins, des draps d'hôpital, etc., on comprime le tissu gommé entre deux cylindres, pour bien faire pénétrer l'enduit entre les fibres. Il y a aussi des étoffes imperméables doubles,

dans lesquelles le caoutchouc n'apparait pas à la surface; elles sont constituées par deux pièces gom-



Machine à doubler les tissus.

mées sur une de leurs faces et collées ensemble au moyen de la presse à cylindres dont nous venons de parler.

VULCANISATION.

Il n'est ici question que de la vulcanisation des tissus utilisés à la confection de vêtements imperméables ou d'articles spéciaux (coussins, etc.); les toiles gommées destinées à être insérées dans des mélanges de caoutchouc, sont, en effet, travaillées à l'état cru et vulcanisées en même temps que les objets auxquels elles sont incorporées.

S'il s'agit de pièces de faibles dimensions enduites de caoutchouc pur, on peut opérer la vulcanisation à froid, en plongeant le tissu dans une dissolution de chlorure de soufre. Dans la cuve qui renferme ce bain, se trouvent immergés dans le liquide deux séries de rouleaux parallèles, l'une inférieure, l'autre supérieure. Le tissu, montant et descendant alternativement, passe tantôt par-dessus, tantôt par-dessous d'un rouleau; il s'enroule finalement sur un tambour sécheur. Grâce à ce parcours sinueux, le contact entre le tissu et le liquide se trouve prolongé; l'action du chlorure de soufre est uniforme et plus complète.

Avant de procéder à l'opération, on a soin d'enlever le talc dont on a saupoudré le tissu, en faisant passer celui-ci entre des rouleaux garnis de brosses.

Lorsque, pour le gommage, on a fait usage d'une mixture contenant du soufre, il faut avoir recours à la vulcanisation à chaud, dans une autoclave verticale ou mieux horizontale; les étoffes y sont introduites enroulées sur un cylindre mobile en tôle.

LAQUAGE.

Certains tissus imperméabilisés doivent recevoir une espèce de vernis qui leur donne un aspect plus brillant et bonifie la qualité. Pour opérer ce laquage, on commence par débarrasser l'étoffe du talc et des poussières qui la recouvrent; dans ce but, on la passe aux cylindres brosseurs en la mouillant avec de l'eau chaude ou de l'eau froide; puis, on la sèche au moyen de plaques ou de cylindres chauffés intérieurement. On peut alors étendre le vernis liquéfié sur la surface bien nettoyée et séchée; on se sert, pour cela, d'un appareil analogue au métier à gommer. Il importe que le tissu soit réchauffé au préalable pour que l'enduit puisse se fixer facilement.

CONFECTION.

Nous n'avons pas à insister sur les opérations de découpage, d'assemblage, de couture, de finissage, etc., que comporte la confection des vêtements imperméables et de quelques autres objets rentrant dans la même catégorie. Ce travail n'est plus du ressort de l'industrie proprement dite. Faisons observer, seulement, que les coutures doivent être doublées par des bandes caoutchoutées, afin d'assurer l'imperméabilité complète.

E. Fabrication des articles avec matériaux intercalaires.

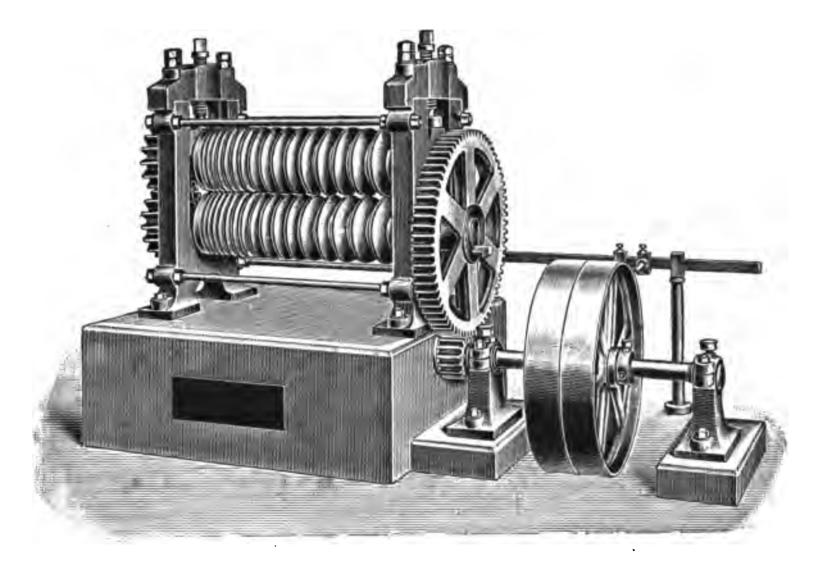
Ce chapitre embrasse un grand nombre d'articles trouvant leur application dans l'industrie. Les procédés suivis pour les fabriquer dépendent essentiellement de leur forme et de leur structure. Certains objets pleins, renfermant des toiles intercalaires, sont façonnés au moyen de moules, comme nous l'avons expliqué précédemment. Nous ne reviendrons pas sur ce genre de fabrication et nous exposerons brièvement comment s'obtiennent les trois principales catégories d'articles produites couramment par les manufactures : pièces de forme plate (feuilles pour joints composées, courroies de transmission, etc.); pièces en forme de boudins pleins (bandages pour voitures, câbles, bourrages, etc.); pièces cylindriques creuses (tuyaux).

PIÈCES DE FORME PLATE.

La fabrication de ces articles est la plus simple; elle se fait mécaniquement. Il suffit de superposer et de coller ensemble les différents éléments, feuilles de caoutchouc, toiles gommées, dont ils doivent être composés. Toutes les parties se soudent entre elles et font corps ensemble après avoir passé entre des cylindres compresseurs, dont l'intérieur peut être chauffé pour ramollir le caoutchouc et réveiller ses propriétés adhésives. On peut, par ce même moyen,

insérer de fines toiles métalliques en fils de fer ou de laiton dans l'épaisseur des feuilles pour joints.

La vulcanisation de ces objets se fait généralement sous presse. Pour les courroies avec couche de caoutchouc extérieure ou intérieure, on fait usage d'une presse munie d'un appareil tendeur, afin d'éviter toute déformation ultérieure.



Laminoir à cordes en caoutchouc.

PIÈCES EN FORME DE BOUDIN PLEIN.

Certains bandages pleins pour voitures, dits *bandages à câbles*, sont percés dans leur longueur de deux étroits canaux dans lesquels on glisse deux tringles métalliques flexibles jouant le rôle de renforts. Ces appareils se façonnent à la boudineuse avec une filière spéciale, munie de deux noyaux. Les ban-

dages présentent du côté intérieur une face plate, que l'on garnit, après coup, d'une semelle en toile gommée; les deux bouts sont ensuite réunis et soudés de façon à former cercle.

On fabrique, avec insertion de toiles, des câbles pour transmission de mouvement; on les obtient en passant dans un laminoir à cannelures une feuille épaisse composée d'avance avec tous les éléments nécessaires.

Les cordes employées comme bourrages s'obtiennent en enroulant sur elles-mêmes, suivant la longueur, de longues bandes de toile gommée, dont les spires, fortement serrées, se soudent l'une à l'autre; il existe des appareils qui exécutent cette opération automatiquement à l'aide d'un chariot exerçant, en même temps, la pression voulue.

Les bourrages composés se font en entourant d'une tresse en fils de coton talqué ou bien en fils d'amiante, une âme en caoutchouc obtenue à la boudineuse. Cette gaîne se forme au moyen d'un métier à tisser circulaire disposé verticalement. Pendant que le cordon descend par le centre de la machine, une série de bobines *valseuses*, portées par un plateau annulaire, décrivent autour du caoutchouc un chemin formé de sinuosités entrecroisant les fils qu'elles portent, de façon à former un tissu cylindrique très serré. Au préalable, on doit procéder à une petite opération accessoire qui s'exécute mécaniquement : c'est le dévidage des écheveaux et l'enroulement du fil sur les bobines.

On fait aussi des rubans pour bourrages en tressant

des fils de chanvre ou d'amiante, seuls ou avec du fil de laiton, et en caoutchoutant ensuite le tout au moyen d'une dissolution.

Les pièces fabriquées à la boudineuse sont vulcanisées dans des moules introduits dans des autoclaves. Les cordes roulées, les bourrages tressés et les autres objets obtenus par des procédés analogues se vulcanisent naturellement, lorsqu'ils sont mis en place, sous l'influence de la chaleur fournie par le contact de la vapeur.

PIÈCES CYLINDRIQUES CREUSES.

Dans ce cas, il s'agit de tuyaux de forte dimension, dont la fabrication représente une section importante de l'industrie du caoutchouc. Nous avons déjà expliqué comment on obtient de légers tubes flexibles avec de la feuille anglaise, et des tuyaux pour conduites d'eau et de gaz, avec des mélanges travaillés à la boudineuse. Mais l'industrie réclame des tuyaux plus solides et de sections plus grandes, qui ne peuvent être fabriqués qu'avec l'aide d'éléments intercalaires venant fortifier les parois. Généralement, celles-ci se composent de plusieurs couches superposées de caoutchouc plus ou moins chargé, alternant avec des toiles gommées qui portent la dénomination de *plis*. Parfois, ces parois sont encore renforcées par l'adjonction d'une spirale de fil métallique, complètement noyée ou bien saillante à l'intérieur ou à l'extérieur : on a, alors, des tuyaux *cuirassés*.

Voici comment on procède pour fabriquer les tuyaux entoilés :

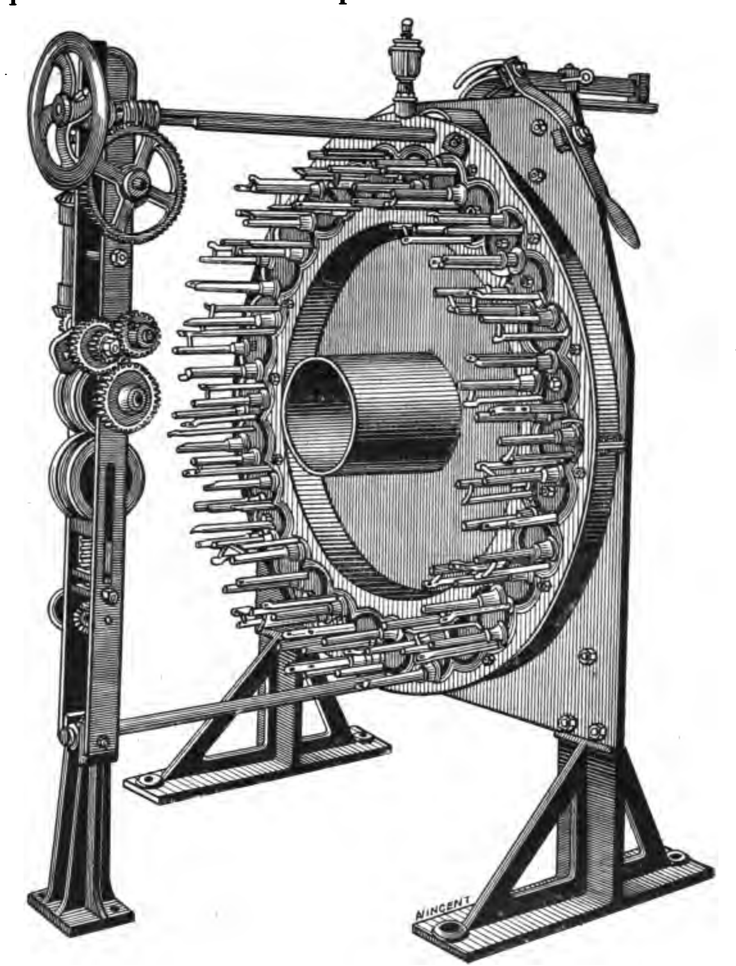
On commence par former la face interne au moyen d'une bande de caoutchouc appliquée autour d'un mandrin cylindrique en bois ou en fer. Les deux lèvres



Gand : Confection des tuyaux entoilés.

étant rapprochées, on les soude au moyen d'une molette, sorte de petite roulette munie d'un manche, que l'on promène, en appuyant fortement, sur les endroits qui doivent être collés ensemble ; l'excédent de caoutchouc est, s'il y a lieu, enlevé à l'aide de ciseaux. On revêt, ensuite, cette première couche

d'une bande de toile gommée, de largeur variable, que l'on enroule à un ou plusieurs tours de manière à



Métier à tisser circulaire horizontal.

obtenir une ou plusieurs épaisseurs ou plis. On répète ces deux opérations un certain nombre de fois suivant l'épaissseur que la paroi doit avoir. Souvent, le tuyau

est, en plus, recouvert d'une tresse de coton. On se sert, à cet effet, d'un métier à tisser circulaire, à bobines valseuses, travaillant comme celui dont nous avons parlé plus haut, mais dans le sens horizontal. L'enveloppe extérieure est enduite d'une dissolution de caoutchouc à l'aide d'un pinceau. Si le tuyau doit être cuirassé, on placera la spirale métallique au moment opportun de l'opération, de façon à ce qu'elle soit noyée dans l'épaisseur ou saillante à l'extérieur;



Autoclave pour vulcaniser les tuyaux.

si l'armature doit être visible à l'intérieur, on se servira de celle-ci en guise de mandrin pour établir la première couche de la paroi.

Avant de passer à la vulcanisation, on entoure le tuyau, toujours placé sur le mandrin, d'un bandage de toile enroulé obliquement et fortement serré; cette précaution est nécessaire pour qu'il ne se produise aucune déformation. La vulcanisation s'opère dans des autoclaves horizontales, ayant jusque 30 mètres de long, dans lesquelles on introduit une série de tuyaux avec leurs mandrins.

F. Fabrication des bandages pneumatiques.

On rencontre dans cette branche très spéciale de l'industrie du caoutchouc toute une série d'opérations délicates nécessitant un matériel assez coûteux. Au point de vue de la fabrication, on peut distinguer deux classes de bandages pneumatiques : ceux destinés aux bicyclettes et aux motocyclettes, ceux pour voitures automobiles. Le travail n'est pas identique dans les deux cas ; il convient donc d'envisager chacune de ces catégories en particulier.

BANDAGES DE BICYCLETTES ET DE MOTOCYCLETTES.

Tout bandage pneumatique se compose de deux parties : la chambre à air et l'enveloppe. Ces deux organes sont fabriqués séparément.

Chambre à air. — La chambre à air n'est autre chose qu'un tube en caoutchouc façonné au moyen d'une boudineuse spécialement adaptée à ce genre d'articles. Le tuyau, sortant de l'appareil d'une façon continue, est divisé en tronçons égaux ayant la longueur voulue ; le poids de chaque morceau est vérifié à l'aide d'une balance et l'on coupe l'excédent s'il y a lieu. Ensuite, on procède à la vulcanisation, comme il a été expliqué précédemment. Après cela, il faut transformer le tube en un anneau complet, ce qui se fait d'une manière assez ingénieuse, en retroussant les bords sur une forme spéciale et en collant les lèvres avec de la dissolution. Il ne reste plus qu'à renforcer



Liége : Boudinage des chambres à air.

l'endroit où viendra se fixer la soupape, en y appliquant une petite pièce de doublure.

Enveloppe. — L'enveloppe est formée par la combinaison de deux éléments : la *carcasse* en toile gommée, sorte de coquille annulaire, dont les bords légèrement recourbés vers le dehors et renforcés par des fils de fer, constituent les *talons;* puis la *chape,* lame de caoutchouc appliquée sur la face extérieure de la carcasse et présentant une épaisseur plus forte en son milieu. Généralement, ces deux pièces sont préparées et complètement achevées, chacune de leur côté, et on ne les assemble qu'après vulcanisation : c'est le procédé dit *par pression.*

Pour faire la carcasse, on prend une large bande de toile gommée qu'on replie deux fois sur elle-même, de façon à avoir trois épaisseurs de tissu collées ensemble. Après vulcanisation, les bouts sont réunis par une couture, de manière à former un anneau; puis, s'aidant d'un mandrin circulaire extensible, on place les deux fils de fer qui formeront les talons; ces fils sont emprisonnés dans des plis de toile que l'on fixe par couture de chaque côté.

La chape peut être constituée d'une feuille de caoutchouc laminée directement au profil voulu ou bien être façonnée sur une poulie en fer en superposant et soudant ensemble plusieurs rubans de largeurs décroissantes, ce qui donne la surépaisseur requise au milieu. Pendant la vulcanisation, la chape est fortement comprimée par des bandes de toile enroulées un grand nombre de fois autour de la poulie.



Liége : Fabrication des bandages pneumatiques.

Finalement, on applique les deux pièces l'une sur l'autre avec l'aide du mandrin extensible et on les colle ensemble avec de la dissolution; la molette intervient encore ici, comme dans tout travail du même genre.

Dans le procédé *par moulage*, suivi dans certaines usines, on façonne et on colle directement la chape sur la carcasse, préparée comme précédemment, mais non vulcanisée et placée sur le mandrin. L'ensemble est introduit dans un moule à coquille et passe à la vulcanisation. L'appareil dont on se sert, habituellement, dans cette opération est une autoclave horizontale, dans laquelle les moules sont disposés verticalement, serrés les uns contre les autres. On peut aussi faire usage d'une presse hydraulique à plateaux chauffés.

BANDAGES DE VOITURES AUTOMOBILES.

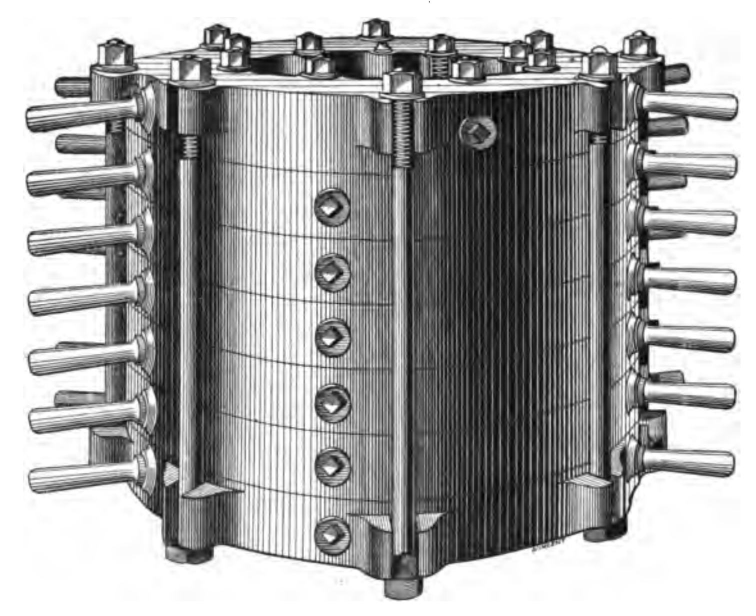
Chambre à air. — La chambre à air ayant une section plus grande et devant offrir plus de résistance, on constitue sa paroi par du caoutchouc et des toiles intercalaires; ce tuyau s'obtient par les procédés habituels. Le travail se termine, comme précédemment, par le rapprochement et la soudure des deux extrémités et le renforcement de la place de la valve.

Enveloppe. — L'enveloppe est également beaucoup plus forte; elle se façonne toujours d'un seul coup, c'est-à-dire, par moulage direct à l'aide d'un mandrin extensible, semblable à ceux dont nous venons de parler.

Dans une enveloppe, on distingue trois parties principales :

Le *corps*, qui joue le même rôle que la carcasse et qui est formé par une combinaison de toiles gommées et de couches de caoutchouc superposées ;

Les *talons*, sortes de bourrelets dont l'âme est constituée par des bandes de caoutchouc très nerveux



Moules à coquilles pour pneumatiques.

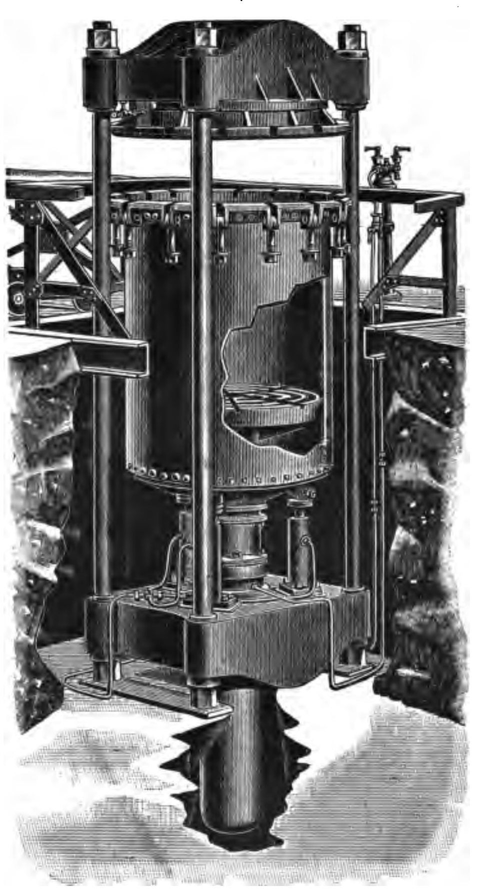
et l'extérieur par des replis du corps lui-même ;

Le *protecteur*, élément analogue à la chape, composé par des lames de caoutchouc très résistant, unies par collage à la face extérieure du corps.

Le travail d'assemblage et de façonnage de ces différentes pièces n'a pas besoin d'explications. Souvent, dans cette besogne, l'ouvrier dispose d'une table

chauffée, afin de pouvoir maintenir toujours les feuilles de caoutchouc et de toile gommée à la température la plus convenable pour les manipulations.

Vulcanisation. — La vulcanisation a lieu dans des moules à coquilles pressés, que l'on place dans des autoclaves ordinaires verticales ou horizontales.



Presse hydraulique autoclave.

Depuis quelque temps, on a également adopté un système de vulcaniseur, à la fois plus rapide et plus pratique, consistant en une presse autoclave. Cet appareil est constitué par une cuve verticale, dont le fond mobile peut s'élever, poussé par un piston hydraulique, et se rapprocher du plateau supérieur. Avec ce dispositif nouveau, les couvercles des moules n'ont plus besoin d'être serrés par des clames.

Antidérapants. — L'application du protecteur spécial appelé antidérapant se fait après vulcanisation. Le plus souvent, ce travail est exécuté dans des fabriques de courroies ou dans de petites usines spéciales qui s'occupent également des rentoilages et autres réparations des bandages pneumatiques. L'épaisse semelle de cuir, garnie de rivets en acier ou de ferrures, est collée sur une bande plus mince de même matière, qui embrasse le bandage et se fixe au moyen d'une dissolution de caoutchouc.

G. Confection des chaussures imperméables.

Pour se faire une idée du nombre d'opérations et du genre de manipulations que nécessite la confection d'une chaussure imperméable, il convient de savoir de quels éléments assemblés est constitué un objet de ce genre. De ces pièces, les unes sont façonnées avec du caoutchouc plus ou moins pur, les autres avec des toiles gommées ou bien des tissus n'ayant reçu aucune préparation. Ce genre de fabrication s'applique à deux articles principaux de grande consommation : les *galoches* et les *souliers bain-de-mer*.

COMPOSITION D'UNE GALOCHE.

Une galoche ordinaire ne comprend pas moins de douze parties différentes. Les organes essentiels, c'est-à-dire, ceux qui donnent à la chaussure son caractère d'imperméabilité, sont formés de caoutchouc plus ou moins chargé; ils sont au nombre de deux : la *semelle extérieure* et le *dessus* ou *empeigne extérieure*.

La semelle extérieure est une lame épaisse de 2 à 4 millimètres, ayant toute la longueur de la galoche et présentant une surépaisseur à l'endroit du talon. La composition de la pâte est choisie de façon à assurer une raideur suffisante, tout en offrant une grande résistance aux efforts et au frottement.

Le dessus ou empeigne extérieure, dont le contour est bien connu, est tirée d'une feuille de caoutchouc le plus pur possible et très élastique. Sous une épaisseur de 1 millimètre, cette partie de la chaussure doit, tout en présentant beaucoup de flexibilité, avoir la solidité voulue pour ne pas se déformer.

Ensuite, viennent une série de pièces qui constituent en quelque sorte l'ossature de la galoche. Ces pièces sont découpées dans de la toile soigneusement gommée. Le tissu est d'abord imprégné de dissolution, afin d'augmenter la résistance intérieure des fibres; puis, il est recouvert d'une couche d'enduit indispensable à une bonne adhésion. Ces organes de soutien sont :

La *demi-semelle,* qui se place par-dessus la semelle extérieure;

Le *talon* et la *doublure du talon*;

Le *contrefort de derrière,* posé verticalement;

La *pièce de l'éperon* et le *renforcement de la pointe.*

La paroi intérieure de la chaussure est formée, d'une part, par la *semelle intérieure,* faite d'une espèce de tissu feutre, et, d'autre part, par la *doublure de l'empeigne,* qui est en tricot de coton.

La galoche est complétée par la *bordure supérieure,* étroit ruban de caoutchouc replié sur lui-même, qui

termine l'empeigne, et par la *bordure inférieure*, servant de liaison entre l'empeigne et la semelle.

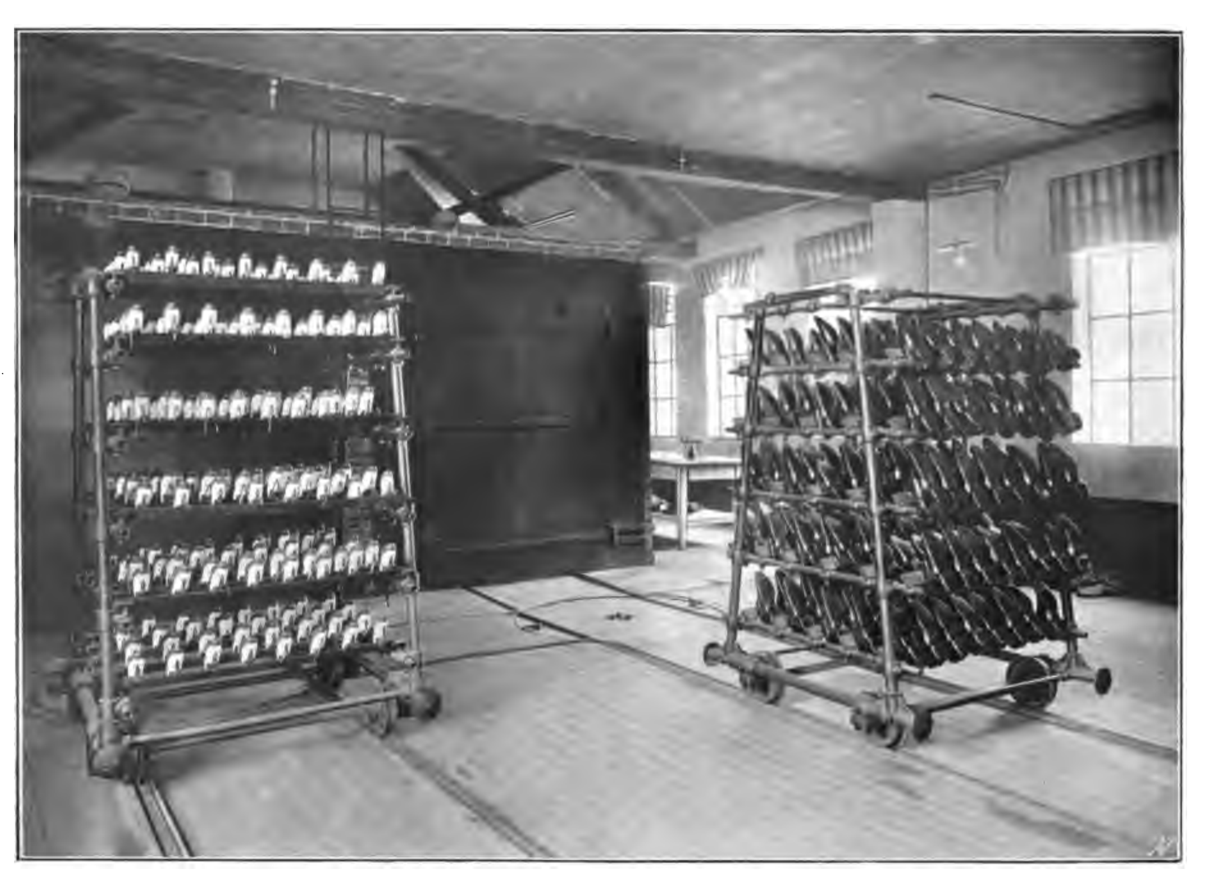
La composition d'un soulier bain-de-mer est un peu plus complexe. Le dessus est formé du *galochage*, bande de caoutchouc moins large que le dessus d'une galoche, et de la *tige*, qui est en toile et garnie d'œillets; au-dessus du talon, se trouve le *contrefort*.

PRÉPARATION DES PIÈCES.

La semelle extérieure est découpée hors d'une plaque laminée au profil voulu. Le dessus et le galochage proviennent d'une feuille mince obtenue à la calandre. Le contour de la semelle doit être sectionné obliquement, ce qui ne peut se faire qu'à la main, au moyen d'une plaque-patron et d'une espèce de tranchet. Pour le dessus, on préfère opérer à l'aide d'une machine à emporte-pièce. Les autres éléments, formés de tissus gommés, sont obtenus mécaniquement. S'il s'agit de souliers, il faudra, en outre, coudre les parties de la tige, y fixer les œillets, la border, etc.

MONTAGE.

Toutes les pièces étant prêtes, on les assemble sur une forme en fer. On y applique, un à un, et dans l'ordre convenable, les divers éléments qui constituent la chaussure. Les bords du galochage sont repliés par-dessous la demi-semelle et collés avec de la dissolution. On se sert, d'ailleurs, de la dissolution et de



Alost : Atelier de vulcanisation des galoches.

la molette chaque fois qu'il est nécessaire de souder plusieurs parties. L'excédent des bords est rogné aux ciseaux, s'il y a lieu. Ce travail, qui exige du soin et de la dextérité, est confié à des ouvrières.

Une fois les chaussures terminées, on les dépose avec leurs formes sur des supports à broches fixés sur des wagonnets; ceux-ci sont lentement acheminés vers la salle de vulcanisation et, pendant ce trajet, ils subissent une dessiccation convenable.

Avant d'être vulcanisées, les chaussures doivent encore être vernies. L'enduit employé est une espèce de factice noir dissous dans de l'essence de térébenthine; on l'applique, non seulement sur le galochage, mais aussi sur la semelle extérieure. Cela fait, les chaussures, qui n'ont pas quitté leurs formes, sont replacées sur les wagonnets.

VULCANISATION.

La vulcanisation des chaussures se fait dans une atmosphère sèche, au milieu d'une étuve en maçonnerie chauffée par des tuyaux de vapeur disposés le long des parois. Les wagonnets y sont introduits avec leur chargement. Le four est fermé par une double porte en tôle. Grâce à un thermomètre placé extérieurement et en communication avec l'intérieur, on connaît les conditions de température dans lesquelles s'effectue l'opération. D'autre part, la conduite de vapeur est munie d'un manomètre permettant de contrôler la pression. Lorsque la vulcanisation est achevée, il faut renouveler l'air de l'étuve; à cet effet,

des tuyaux pénétrant dans les parois latérales donnent accès à l'air frais, tandis que des clapets de ventilation installés à la partie supérieure permettent d'évacuer les vapeurs et les gaz qui se sont formés.

CLASSEMENT.

Au sortir du four de vulcanisation, les chaussures sont nettoyées, ébarbées si c'est nécessaire, puis transportées au magasin. Là, on les trie, on les classe par qualités, par pointures et par modèles; chaque catégorie est remisée dans un casier jusqu'au moment de l'expédition des commandes.

H. Travail de la gutta-percha.

La gutta-percha se travaille et se façonne autrement que le caoutchouc. Disons, tout d'abord, qu'il n'est pas nécessaire de la vulcaniser; on ne lui ajoute donc jamais du soufre.

Pour pouvoir transformer la gutta-percha épurée en produits manufacturés, il faut la soumettre à un masticage préparatoire, dont le but principal est d'en expulser l'eau et l'air qu'elle peut encore renfermer. Après avoir ramolli la matière dans une chaudière à double fond chauffée par de la vapeur, on la traite dans un pétrisseur composé d'une cuve à double fond, dans laquelle tournent en sens contraire deux cylindres à fortes cannelures hélicoïdales, placés côte à côte. Lorsque la gutta est suffisamment malaxée, on la retire de l'appareil et, pendant qu'elle est encore

chaude et plastique, on la passe entre des cylindres lamineurs pour en former des feuilles, que l'on emmagasine jusqu'à leur utilisation.

La gutta-percha est généralement employée à l'état pur, c'est-à-dire, sans aucune charge. Cependant, il est des cas où l'on est amené à lui adjoindre certaines



Gand : Moules à gutta-percha.

matières étrangères, soit qu'on veuille diminuer le coût des objets fabriqués, soit que l'on ait besoin de modifier, dans un sens ou dans l'autre, les propriétés naturelles de la gutta. Ainsi, l'addition de caoutchouc en certaine quantité augmentera sa souplesse et son élasticité. Par contre, s'il s'agit de lui communiquer de la dureté et de la résistance, on y incorpo-

rera quelque substance minérale inerte : blanc de zinc, minium, craie, plâtre, sulfate de baryte, etc. Le mélange s'effectue dans l'appareil pétrisseur, après que la gutta a été bien mastiquée; on y introduit, par petites portions, le caoutchouc épuré ou la charge minérale finement pulvérisée.

Les feuilles laminées, ainsi que nous l'avons expliqué, servent à façonner les produits. Beaucoup d'objets, entr'autres les vases pour produits chimiques et les pièces pour l'électricité, sont obtenus simplement en chauffant la gutta jusqu'à ce qu'elle soit fondue; on coule ensuite cette dernière dans un moule. D'autres produits, qui doivent présenter une texture très compacte, comme les rouleaux pour machines de filature, par exemple, sont fabriqués à l'aide d'une presse horizontale, dans laquelle un piston, mû par une vis, comprime la matière dans un moule cylindrique.

Les objets façonnés n'ont plus besoin que d'une toilette finale.

IV

Le caoutchouc manufacturé.

A. Description des produits fabriqués.

Le précédent aperçu technologique a permis de se rendre compte du grand nombre des objets manufacturés par l'industrie du caoutchouc, de la variété, pour ainsi dire illimitée, de leur forme et de leur composition.

On a pu se faire une idée générale des nombreuses applications dont est susceptible le caoutchouc employé pur, mélangé, ou bien combiné avec des matériaux intercalaires.

L'exposé des méthodes de fabrication nous servira de guide général pour la classification des produits. Toutefois, dans l'énumération qui va suivre, nous nous sommes, avant tout, préoccupés de grouper les articles par catégories de produits ayant des usages analogues, même s'ils se différencient quelque peu par la composition ou par les procédés de fabrication suivis.

Nous passerons successivement en revue :

Le caoutchouc non façonné ;
Les objets en feuille anglaise ;
Les articles commerciaux ;
Les tuyaux ;
Les articles techniques ;
Les objets en ébonite ;
Les objets en gutta-percha ;
Les bandages pneumatiques pour cycles ;
Les tissus et vêtements imperméables ;
Les chaussures imperméables.

1° Caoutchouc non façonné.

Les usines fournissent du caoutchouc non façonné sous forme de pâte mastiquée, de feuille anglaise non vulcanisée, de dissolutions, tous produits destinés à être transformés en objets manufacturés ou pouvant servir à des réparations.

CAOUTCHOUC EN PAINS.

Certaines compositions de caoutchouc non vulcanisé sont fournies aux fabricants de timbres, aux dentistes. Ces spécialistes les moulent suivant leurs besoins ; ils effectuent eux-mêmes la vulcanisation, à l'aide de petits appareils *ad hoc*. Les dentistes utilisent également de la pâte de gutta-percha épurée et blanchie.

La pâte pour timbres ne demande pas du caoutchouc très nerveux ; elle doit être dure et résister à l'usure.

Pour les usages dentaires, le mélange doit être très plastique, être exempt de substances nocives ou susceptibles de s'oxyder, de s'altérer sous l'influence de l'air et de l'humidité.

Les débris de caoutchouc pur sont employés, comme agglutinant, dans la fabrication des meules en émeri aggloméré.

FEUILLE ANGLAISE.

La feuille anglaise est livrée au commerce en pièces de longueur indéterminée, sur une largeur pouvant atteindre 1 mètre et une épaisseur variant de 0.2 à 4 millimètres. Généralement, elle est expédiée en rouleaux de 25 kilogrammes. Le prix actuel de la feuille anglaise pure est d'environ 20 francs le kilogramme; cette valeur peut descendre jusque 11 francs lorsque le caoutchouc est plus ou moins chargé.

La feuille anglaise est surtout destinée à la fabrication des objets souples dont nous parlons ci-après. On s'en sert également pour les réparations à effectuer dans les chambres à air des bandages pneumatiques; elle est alors vendue sous forme de rubans découpés aux longueurs, aux largeurs et aux épaisseurs demandées. Ces rubans valent de 22 à 24 francs le kilogramme.

DISSOLUTIONS.

La plupart des usines préparent, pour la vente, des dissolutions de caoutchouc et de gutta-percha dans la

benzine, dont la principale application est la réparation des bandages pneumatiques. Ces dissolutions sont généralement contenues dans des tubes, s'il s'agit de faibles quantités ; on les renferme également dans des boîtes contenant de 125 à 1,000 grammes. Le prix de ces dissolutious est compris entre 7 et 8 francs le kilogramme.

On peut aussi se procurer, chez les fabricants, des dissolutions plus ou moins épaisses, qu'on emploie à d'autres applications, notamment en remplacement de la colle ordinaire, à l'exécution de raccommodages divers, en qualité d'enduit humidifuge, etc. La *glu marine*, agglutinant très tenace, précieux dans les constructions marines et terrestres, n'est autre chose qu'une dissolution de caoutchouc additionnée de gomme laque.

2° Objets en feuille anglaise.

La feuille anglaise, de caoutchouc pur ou légèrement chargé, se prête au façonnage de petits objets à parois minces qui, tout en possédant les qualités voulues de solidité, d'étanchéité et de résistance à l'action de certains liquides, doivent offrir un maximum de souplesse, voire une véritable flexibilité. Ce genre de produits est, en général, destiné à des applications rentrant dans le domaine de l'hygiène, de la médecine, de la chirurgie, de la chimie; on fait aussi, en feuille anglaise, divers articles de fantaisie ou affectés à des usages domestiques.

ARTICLES HYGIÉNIQUES, MÉDICAUX ET SCIENTIFIQUES.

Cette catégorie de produits comprend, surtout, les pièces qui s'adaptent aux biberons (tétines, téterelles, tubes flexibles), aux anneaux de dentition, aux tire-lait, sucettes, ventouses et autres appareils analogues. Les tétines et les téterelles se font en caoutchouc pur, en caoutchouc légèrement chargé, avec des parois de diverses épaisseurs; il y a également une troisième qualité de caoutchouc pour certains articles.

Ces objets se vendent à la grosse. Le prix dépend, en premier lieu, de la qualité de la matière employée et, en second lieu, des dimensions de la pièce; il est compris entre 2 et 10 francs pour les tétines et entre 8 et 14 francs pour les téterelles.

Les tubes flexibles, qui sont en feuille pure, se vendent, en moyenne, à raison de 20 francs le kilogramme. La grosseur du tube se détermine par le nombre de mètres nécessaire pour faire un kilogramme, nombre qui varie de 70 à 100.

Viennent, ensuite, les accessoires des appareils d'injection et des douches. Ce sont : les tuyaux, en caoutchouc chargé, rouge ou gris, mesurant de 30 à 40 mètres au kilogramme, plus forts que les précédents, mais coûtant un peu moins cher; les balles pour injecteurs, dont le diamètre varie de 40 à 56 millimètres, valant de 3 fr. 50 c. à 10 francs la douzaine; les poires d'injection, d'une capacité comprise entre 12 et 380 centilitres (grammes), vendues depuis 4 francs jusque 37 fr. 50 c. la douzaine.

A côté de ces objets, on peut encore citer : les pessaires ronds ou de formes particulières, de différentes grandeurs; les vessies à glace pour le cou, simples ou doubles, rondes ou ovales; les réservoirs irrigateurs; les urinaires pour les deux sexes; les bandes de pansement; les bandages simples ou doubles; les ceintures ombilicales, etc.

Parmi les articles plus spécialement affectés aux usages médicaux, nous mentionnerons : les sacs à oxygène, de forme cylindrique, pouvant contenir de 10 à 40 litres et valant de 12 à 22 fr. 50 c. pièce; les coussins pour malades, carrés ou ronds, qui se font sur un diamètre variant de 38 à 46 centimètres et valent de 7 à 15 francs pièce; les doigtiers à l'usage des médecins, en six grandeurs différentes, vendus de 5 à 12 francs la grosse.

On fabrique, d'ailleurs, des articles du même genre à l'usage de l'industrie, notamment : des doigtiers pour ouvriers, vendus 22 francs le kilogramme; des gants complets, pour la manipulation des bains de teinture, des acides, des appareils électriques. Ces gants peuvent être simples, munis d'avant-bras ou garnis d'amiante; ils se vendent à la pièce à raison de 4 à 8 francs, suivant grandeur et qualité.

ARTICLES DIVERS.

Dans cette classe, nous rencontrons nombre d'objets de formes et de destinations fort disparates, entre autres : les liens, vendus au kilogramme; les bracelets et anneaux pour parapluies, vendus à la grosse



Anderlecht : Façonnage des tétines de biberons.

ou au kilogramme; les essuie-rasoir; les blagues à tabac; les poires de cornet pour vélos; les vessies intérieures de football; les oreillers de voyage ou coussins à air, munis d'un robinet à vis et recouverts d'une housse en satinette; les sacs à eau de diverses dimensions, etc., etc.

Un genre d'articles se fabriquant sur une grande échelle est celui des ballons dilatés de toute sorte : ballons-réclame ordinaires; ballons à musique; ballons de fantaisie, représentant des personnages, etc. Ces pièces peuvent être agrémentées d'inscriptions ou de dessins coloriés. Elles se vendent à la grosse à des prix extrêmement variables.

3° Articles commerciaux.

Sous cette rubrique générale, se range toute une série de produits différant beaucoup entre eux par la composition, la forme et l'usage auquel ils sont affectés. Ces objets sont utilisés directement dans l'économie domestique ou bien employés par différents corps de métiers n'ayant pas un caractère industriel.

Droguistes.— Le commerce de la droguerie demande surtout aux fabriques de caoutchouc des bouchons cylindriques ou coniques de diverses dimensions, pleins ou perforés, pour flacons de laboratoires ou appareils divers, des anneaux pour fermeture de cruches à lait, etc. Les bouchons se vendent de 17 à 20 francs le kilogramme, suivant le nombre de pièces au kilogramme.

Plombiers. — Outre les tuyaux à eau et à gaz, dont nous avons déjà parlé, l'industrie du caoutchouc fournit à cette corporation des rondelles pour joints, des soupapes, des cônes simples, doubles et des champignons de toute forme pour latrines, etc.

Carrossiers. — La carrosserie fait un usage assez considérable de pièces en caoutchouc, entre autres : de supports de lanternes, de patins à coulisse et à boulons, et, surtout, de bandages de différents systèmes, applicables aux roues.

Les bandages pour voitures ont une section semi-circulaire avec ou sans rebords. Il y en a de deux genres : les bandages pleins et les bandages à câbles (fils de fer). Le prix varie de 6 à 10 francs le kilogramme, selon la qualité de la matière.

Les bandages pour roues de voiturettes d'enfants et de voitures-jouets ont la forme d'un boudin, dont la grosseur varie de 9 à 20 millimètres; ils se font sur différents diamètres de roues, depuis 20 jusque 63 centimètres. Ce sont des articles à bon marché, en pâte noire ou rouge, qui se vendent, en moyenne, à raison de 2 francs le kilogramme.

Selliers. — Les articles de sellerie en caoutchouc comprennent principalement : des garnitures pneumatiques pour pieds de chevaux; des sabots et des anneaux pleins, creux ou à courroies, pour le même usage; des garnitures de mors; des cloches, jambières, guêtres et autres objets similaires.

Fabricants de billards. — L'industrie du caoutchouc fournit à cette spécialité : des bandes de divers profils, composées de caoutchouc avec ou sans toiles intercalées ou superposées; des poignées pour queues de billard; des talons à placer en dessous des billards; des porte-blanc de formes variées. Les bandes de billard se vendent de 22 fr. 50 c. à 38 francs le kilogramme.

Tapissiers. — Il faut mentionner, en premier lieu, les nattes et les tapis-paillassons, spécialement destinés aux corridors, aux escaliers, aux voitures. Ces tapis, qui se font en teinte noire ou claire, sont plus ou moins ornés de dessins ou d'inscriptions en relief ou ajourés. On les fournit en rouleaux de longueur indéterminée ou bien en pièces de mesures fixes; leur valeur est de 4 fr. 50 c. à 5 francs le kilogramme. Viennent, ensuite, divers petits objets, tels que : les arrêts de portes, les bourrelets creux ou pleins pour portes et fenêtres, les joints de glaces avec ou sans insertion de toile, les anneaux pour machines à coudre, etc.

Chapeliers. — Les fabricants de chapeaux utilisent des formes en caoutchouc à calotte ronde ou ovale, que l'on fabrique en tous modèles et à toutes dimensions.

Bazars. — Comme articles en caoutchouc pour bazars nous citerons : les anneaux pour parapluies, les poupées creuses, les ballons gris et peints, les balles à jouer creuses ou massives, les balles poreuses pour

lawn-tennis, les balles émaillées ou recouvertes de draps coloriés.

Papetiers. — Ce commerce achète surtout aux manufactures de caoutchouc des gommes à effacer pour le crayon, pour l'encre, ou mixtes. Il y en a de toute forme : gommes rectangulaires ou rondes, plates ou allongées; gommes classiques à une ou deux pointes; gommes carrées simples ou dentelées; gommes fines pour bureaux et pour dessinateurs, sans compter les gommes naturelles en para pour nettoyer le papier. Suivant l'usage auquel elle est destinée, la gomme a une texture plus ou moins souple, un grain plus ou moins mordant. Ces articles se vendent au poids à un prix variant de 3 à 8 francs le kilogramme, suivant leur composition. Chaque genre de gomme se spécifie par le nombre de pièces qu'il doit y avoir par kilogramme ou par livre anglaise. L'emballage habituel consiste en des boîtes plates en carton, de la contenance de 500 grammes ou d'une livre anglaise. Les gommes pour l'encre se paient un peu plus cher que celles pour le crayon.

Mentionnons encore : les feuilles pour copie de lettres, qui se vendent par douzaine; les porte-plume en caoutchouc durci, qui se vendent à la grosse; les liens de diverses grandeurs.

Graveurs et imprimeurs. — Il n'y a guère à signaler ici que les cachets et les timbres en caoutchouc, puis les rouleaux encreurs à surface lisse, qui se font en caoutchouc assez dur.

4° Tuyaux.

Les tuyaux souples, affectés à toute espèce d'usages domestiques et industriels, forment une des catégories de produits le plus anciennement fabriqués. Ainsi que nous l'avons vu, ces tuyaux peuvent être obtenus directement à la boudineuse, au moyen d'un mélange plus ou moins riche en caoutchouc. Ils peuvent, aussi, être confectionnés avec des matériaux mixtes : couches plus ou moins fortes de caoutchouc pur ou mélangé, combinées avec des toiles gommées, en nombre variable, renforcées, parfois, par des armatures métalliques. On trouve, naturellement, une grande diversité dans les genres de tuyaux fournis par l'industrie du caoutchouc. Les qualités diffèrent, non seulement par le diamètre et l'épaisseur de la paroi, mais encore par la composition, le degré d'étanchéité, la résistance et la solidité. En un mot, on fabrique des tuyaux répondant à tous les besoins, se prêtant à toutes les applications qui peuvent se présenter. Pour plus de facilité, nous rangeons ces articles en quelques catégories générales; mais cette division n'a rien d'absolu.

TUYAUX SANS TOILE INTERCALAIRE.

Ces tuyaux sont, dans certaines limites, utilisés généralement comme conduites de gaz, d'eau, de liquides acides, etc. Leur diamètre est compris entre 10 et 15 millimètres. Étant donné leur mode de fabrication, on peut les obtenir en toute longueur. Ces articles se vendent au kilogramme. Le prix, qui

dépend surtout de la qualité de la matière, est compris entre 7 et 10 francs. Ces tuyaux peuvent être munis d'une spirale métallique à l'intérieur, ce qui entraîne une petite majoration de la valeur.

TUYAUX AVEC INSERTION DE TOILE.

Cette catégorie peut se subdiviser en trois qualités, répondant chacune à un genre différent d'applications et présentant une gradation ascendante au point de vue de la force, de l'imperméabilité et de la grosseur. Faisons observer que, pour les tuyaux fabriqués avec des matériaux de différentes natures juxtaposés, on se trouve limité, quant à la longueur, par les dimensions des mandrins et des autoclaves; habituellement, cette longueur est de 20 à 30 mètres. On a toujours, il est vrai, la ressource de souder plusieurs bouts à la suite l'un de l'autre, au moyen d'une dissolution de caoutchouc.

La première qualité comprend les tuyaux légers, de couleur blanche ou rouge, surtout employés pour l'arrosage. Ces tuyaux se font en une série de six diamètres intérieurs, compris entre 12 et 25 millimètres. La paroi comporte 2, 3 ou 4 plis de toile gommée; son épaisseur peut être de 3, 3 $\frac{1}{2}$ ou 4 millimètres pour chacune des sections, de sorte qu'il y a plus de vingt numéros différents. Le prix par mètre varie de 2 à 4 francs, suivant l'épaisseur et le diamètre.

Dans la qualité suivante, le nombre de plis est plus considérable et peut aller jusque six; en outre, ces plis sont séparés par des couches spéciales de caout-

chouc, ce qui augmente l'étanchéité. La paroi sera donc dans ce cas plus épaisse. Jamais inférieure à 4 millimètres, pour les tuyaux les plus petits (de 10 millimètres d'ouverture), elle peut atteindre 8 millimètres dans les tuyaux les plus gros, dont la section intérieure est de 100 millimètres. Comme il y a 17 diamètres distincts pouvant se faire chacun avec cinq épaisseurs différentes, il est naturel qu'il y ait un très grand choix de numéros différents. Les prix offriront, par conséquent, des divergences assez prononcées : alors que les tuyaux les plus minces et les plus petits ne vaudront que 2 francs le mètre, les plus forts, comme section et comme paroi, coûteront 23 fr. 50 c. Ces tuyaux trouvent des applications plus étendues que les précédents; ils conviennent, notamment, pour l'écoulement de l'eau froide et de l'eau chaude dans les installations industrielles. Le caoutchouc peut être coloré en blanc, en rouge ou en noir.

La troisième qualité comporte une fabrication encore plus solide : parois avec 2, 3 et jusque 7 plis, mais en toile plus forte que précédemment, avec interposition de couches de caoutchouc. On ne fait ces tuyaux qu'à partir de 18 millimètres d'ouverture; on va jusque 125 millimètres. L'épaisseur est de 6 millimètres au minimum et de 13 $\frac{1}{2}$ au maximum. Ces tuyaux sont destinés à des usages industriels spéciaux; on s'en sert, entr'autres, pour le mouvement des liquides dans les brasseries, les distilleries, les vinaigreries, pour les appareils hydrauliques, etc. La valeur au mètre varie dans des limites assez étendues : elle va de 5 à 55 francs, selon la grosseur et

l'épaisseur de la paroi. Les mêmes tuyaux peuvent aussi servir comme conduites de vapeur, pourvu que la pression soit inférieure à 15 atmosphères; toutefois, les matériaux dont ils sont fabriqués doivent être d'une qualité encore plus résistante; les prix sont, dans ce cas, majorés de 20 p. c.

TUYAUX ARMÉS.

On peut renforcer les tuyaux entoilés au moyen d'une armature extérieure, formée d'une tresse en fil d'acier galvanisé, ce qui entraîne, pour chacune des trois qualités, une certaine augmentation du prix. On fabrique des tuyaux revêtus de semblable garniture, qui peuvent résister à des pressions intérieures atteignant 200 atmosphères. Habituellement, tous ces genres de tuyaux se font sur une longueur de 10 mètres. Dans le choix des tuyaux, qu'il faut approprier à chaque cas particulier, on ne doit pas perdre de vue que, pour un même nombre de plis, c'est-à-dire, pour une même épaisseur de la paroi, les tuyaux de petites sections offriront plus de résistance que les grands.

Lorsqu'il s'agit de conduites d'aspiration devant résister en même temps à l'écrasement, on munit la paroi, comportant de 2 à 5 plis de toile, d'une spirale métallique, qui peut être saillante à l'extérieur et apparente à l'intérieur. Ces tuyaux sont spécialement affectés à l'aspiration de l'eau et des acides, au soutirage du vin et de la bière, à la décantation des jus de sucreries, au service des dragueurs, etc. Le

diamètre intérieur varie de 10 à 150 millimètres ; le prix va de 3 à 50 francs le mètre.

Lorsque ces tuyaux doivent présenter une forte résistance, la spirale est noyée dans la paroi et complètement invisible. Cette variété de tuyaux sert, entre autres applications, à l'aspiration de la vapeur, de l'eau chaude, à la vidange, etc. Les prix sont de 4 à 70 francs pour les mêmes dimensions que précédemment.

Des tuyaux constitués d'une façon analogue sont spécialement fabriqués en vue du pompage des huiles, des pétroles, des goudrons.

TUYAUX EN TOILE CAOUTCHOUTÉE.

A côté des tuyaux en caoutchouc proprement dits, que nous venons de passer en revue, il existe une autre catégorie de tuyaux formés d'une gaine en fort tissu de coton, de lin ou de chanvre, simplement revêtue d'une couche de caoutchouc à l'intérieur. On fait les qualités courantes en toile ordinaire ou en un tissu de lin croisé ; les plus solides sont en chanvre tanné ; ces derniers peuvent résister à une pression de 12 à 15 atmosphères. Tous ces articles se font avec des ouvertures intérieures variant de 19 à 75 millimètres ; leur valeur, qui dépend du diamètre et de la qualité, est comprise entre 3 et 15 francs le mètre.

Ce système de tuyaux convient spécialement pour le service des pompes à vapeur. Les tuyaux en chanvre tanné sont souvent préférés aux tuyaux en cuir, parce qu'ils sont plus légers et moins coûteux ; la couche

de caoutchouc qui les tapisse, sans aucun joint, assure leur étanchéité; d'autre part, le traitement antiseptique auquel on les a soumis les met à même de résister aux parasites et aux agents d'infection.

5° Articles techniques.

Les articles techniques, dont le nom indique suffisamment le caractère, comprennent deux catégories de produits : ceux qui sont utilisés dans l'industrie en général; ceux qui sont destinés à des appareils spéciaux.

ARTICLES POUR L'INDUSTRIE EN GÉNÉRAL.

Ce sont des produits d'usage courant dans la mécanique générale : machines à vapeur, moteurs, pompes, condenseurs, compresseurs, transmissions, conduites d'eau, tuyauteries de vapeur, etc. On rencontre parmi ces articles des pièces obtenues par moulage et des appareils façonnés avec insertion de tissus intercalaires.

Objets moulés. — Sous cette rubrique se rangent : les différentes sortes de clapets ronds ou rectangulaires pour condenseurs, pompes à air, pulsomètres, etc.; les boulets avec ou sans âme métallique, pour soupapes; les tampons pour chemins de fer et tramways auxquels on peut assimiler les barrillets pour affûts de canons, etc. La plupart de ces objets se vendent au poids. Ils présentent naturellement une grande variété de prix; celui-ci dépend, en partie, des difficultés de

fabrication, de la complication et du volume de la pièce, des propriétés exigées du produit, propriétés qui détermineront la nature de la composition, ainsi que la proportion et la qualité du caoutchouc à employer. Les articles ordinaires se vendent de 6 à 8 francs le kilogramme; d'autres atteignent 14 et même 25 francs le kilogramme. Les objets les plus chers sont ceux dont le poids spécifique doit être très faible, ceux qui doivent être façonnés spécialement ou présenter quelques propriétés particulières, comme c'est le cas, notamment, pour les clapets pour souffleries de hauts fourneaux, qui doivent résister à l'air chaud.

Feuilles et pièces pour joints. — La plupart des usines préparent toute une série de qualités de feuilles servant à la confection des joints pour conduites d'eau et de vapeur. Ces feuilles sont plus ou moins fortes, selon l'usage auquel elles sont destinées; l'épaisseur courante est de 2 millimètres. Comme composition, on trouve un grand nombre de combinaisons : caoutchouc simple ou plus ou moins chargé; couche de caoutchouc superposée à une toile de coton gommée; caoutchouc avec tissu de coton ou toile métallique intercalée; tissu d'amiante caoutchouté extérieurement, simple ou avec chaîne de laiton, avec âme en toile métallique et, parfois, avec une feuille de plomb ou de laiton comme couverture, etc. La plupart de ces produits se vendent, en qualité courante et en épaisseur d'au moins 2 millimètres, à des prix compris entre 2 et 3 francs le kilogramme.

On fournit aussi pour des joints spéciaux, en des compositions analogues aux précédentes, des pièces faites sur mesure, ayant des formes déterminées, toutes prêtes à être placées, telles que : rondelles pour tuyaux, bagues, cylindres, anneaux pour indicateurs de niveau d'eau, cadres, trous d'homme, bandes-spirales, rondelles calfatées pour bourrages des boîtes à étoupes, des tiges de piston et des boîtes à tiroir des machines à vapeur, etc.

Cordes pour bourrages. — Ces cordes se font avec une section ronde ou carrée. Elles sont rarement composées de caoutchouc seul; très souvent, elles sont constituées par une âme en caoutchouc revêtue d'une gaine tressée en amiante ou en coton talqué ou non. On fabrique aussi des cordes pour bourrages au moyen de tissus de coton, de chanvre ou d'amiante, caoutchoutés, combinés ou non avec des éléments métalliques, enroulés sous forme de bandes plates, rondes ou carrées; souvent, l'extérieur est revêtu d'un enduit de caoutchouc. Tous ces bourrages peuvent être secs, suiffés, paraffinés, graphités ou talqués; le bourrage rond talqué porte particulièrement le nom de *bourrage américain*. Tous ces produits se vendent à des prix variant de 2 fr. 50 c. à 5 francs le kilogramme pour la qualité courante; la valeur peut atteindre 10 et 15 francs le kilogramme lorsqu'il s'agit de cordes devant résister à de fortes pressions de vapeur.

Courroies de transmission. — Les courroies en tissu de coton imprégné de caoutchouc ou de balata forment

un article industriel très important. Ce genre de courroies est tout indiqué pour les transmissions de mouvement placées soit en plein air, soit dans des milieux à atmosphère humide, ce qui est le cas des ateliers de teinture et d'apprêts, des papeteries, des sucreries, etc. On les utilise, aussi, comme tabliers-transporteurs, pour les matières mouillées, telles que : grains, cossettes, pulpes, produits des filatures de lin au mouillé, des briqueteries, des tuileries, des industries chimiques, etc. Dans la première application, les courroies sont simplement formées d'un certain nombre de plis superposés de toile gommée, collés et cousus ensemble. Dans le second cas, on peut, en outre, rendre le tissu inapparent par une couche de caoutchouc extérieure. Les bords peuvent être arrondis ou à arêtes vives. On fait ces courroies en toutes longueurs et sur des largeurs variables, depuis 20 millimètres jusque 3 mètres. L'épaisseur, comprise entre 3 ½ et 15 millimètres, est naturellement en relation avec la largeur; elle est donnée par le nombre de plis de toile, lequel varie de 2 à 10. On peut, d'ailleurs, pour chaque largeur, obtenir des courroies d'épaisseurs diverses.

Les courroies caoutchoutées se vendent parfois au kilogramme, la valeur dépendant de la largeur et de l'épaisseur. Exemples :

LARGEUR.		ÉPAISSEUR.		PRIX. PAR KILOGRAMME.
5	centimètres.	3	plis de toile . . . . . fr.	3.50
10	—	4	—	7.50
20	—	5	—	18.00
30	—	6	—	30.00

Plus généralement, les prix sont fixés au mètre courant, ceux-ci allant en augmentant avec la largeur et l'épaisseur. Exemples :

LARGEUR.	ÉPAISSEUR.		PRIX PAR MÈTRE.
10 centimètres.	4 plis	. . . . . fr.	5.00
10 —	6 —	. . . .	7.50
25 —	4 —	. . . .	12.50
25 –	6 —	. . . .	18.75
50 —	6 —	. . . .	37.50
50 —	8 —	. . . .	45.00
100 —	8 —	. . . .	90.00
100 —	10 —	. . . .	110.00
200 —	10 —	. . . .	220.00
300 —	10 —	. . . .	330 00

Les courroies en balata se font en 3, 4, 5 ou 6 plis. Celles de 3 et 4 plis ont, respectivement, 4 à 5 et 6 à 7 millimètres d'épaisseur; elles se vendent, les premières, de 95 centimes à 24 fr. 50 c., les secondes, de 1 fr. 60 c. à 34 francs le mètre courant, suivant la largeur, laquelle varie de 20 à 500 millimètres. Pour les courroies de 5 à 6 plis, l'épaisseur est de 8 à 9 et de 10 à 11 millimètres; la largueur va de 80 millimètres à 1 mètre. Les prix sont compris entre 5 fr. 65 c. et 102 fr. 50 c. pour les premières et entre 9 fr. 50 c. et 145 fr. 80 c. pour les secondes.

Pour les courroies avec fourreau extérieur de caoutchouc, les données sont les suivantes :

ÉPAISSEUR.	LARGEUR.		PRIX PAR MÈTRE COURANT.
3 à 4 millim., 2 plis.	25 à 150 millim.	. fr.	1.35 à 6.25
5 à 6 — 3 —	40 à 200 —	. . .	2.60 à 10.65
7 à 8 — 4 —	40 à 350 —	. . .	3.20 à 22 50
9 à 10 — 5 —	60 à 400 —	. . .	5.25 à 31.10
11 à 12 — 6 —	75 à 600 —	. . .	7.40 à 55.50

Toutes ces courroies peuvent aussi être fournies sous forme de toile sans fin, c'est-à-dire, ne présentant aucune jonction. Dans ce cas, on compte un mètre en plus.

ARTICLES SPÉCIAUX.

Le caoutchouc souple intervient dans un grand nombre d'industries, soit sous forme d'objets ou d'appareils séparés, soit dans des pièces ou des organes faisant partie de la construction des machines. Il serait difficile et sans grand intérêt, d'ailleurs, d'indiquer des prix. Au surplus, l'on peut se reporter, ici, aux considérations émises précédemment.

Nous passerons brièvement en revue les principales de ces applications.

Scieries. — Dans cette industrie, il n'y a guère à citer que les bandes destinées à garnir les poulies des scies à ruban.

Électricité. — La fabrication des fils et des câbles électriques fait usage du caoutchouc et de la gutta-percha pour l'isolement des conducteurs, mais, cette spécialité sort du cadre de notre travail. Disons, toutefois, que ces établissements fournissent certains produits caoutchoutés, notamment des rubans préparés pour les ligatures et l'isolement des câbles, ainsi que des bandes de Para pur. Dans les manufactures de caoutchouc proprement dites, se fabriquent certaines pièces employées dans les canalisations électriques, entre autres des protecteurs pour le

service des chemins de fer, sortes de cylindres de forme spéciale destinés à garantir les raccords des câbles électriques d'éclairage entre deux voitures.

Fabrication du gaz. — Cette industrie consomme en grande quantité des joints pour les canalisations, (joints plats et bagues tournées), des ballons obturateurs, etc.

Malteries, brasseries, distilleries. — En plus des cordes rondes ou rectangulaires pour les joints des cuves de réfrigération, il y a à mentionner quelques articles accessoires qui interviennent dans diverses opérations, par exemple : des semelles pour malteurs, d'une seule pièce ou avec talon rapporté, dont on se sert pour marcher sur le grain sans l'écraser; des bandages pour les roues des charrettes à malt et des brouettes à sac, utilisés dans le même but; enfin, des rondelles pour bouchons mécaniques, des anneaux pour bouteilles à limonades, pour boîtes à houblon, etc.

Sucreries et raffineries. — Le caoutchouc est largement représenté dans ces industries. Nous avons déjà parlé des courroies caoutchoutées entrant dans la construction des transporteurs et élévateurs de toute sorte. La plupart des appareils de fabrication, diffuseurs, carbonateurs, filtres-presses, chaudières à triple effet, comportent également des organes ou des accessoires en caoutchouc, tels que : joints, cadres, soupapes, tuyauteries, sucettes, manchons pour acide sulfureux, etc.

Papeteries. — C'est surtout sous forme de produits avec insertion de toiles et sous forme de pièces moulées que le caoutchouc intervient ici : tabliers pour machines à fabriquer le papier; courroies-guides carrées, pleines ou évidées, pour les mêmes machines; rouleaux en caoutchouc souple ou demi-dur pour la garniture des presses montantes et couchantes, des laveurs de feutre, des bassins et seaux pour le transport et la manipulation des pâtes, etc.

Industries textiles. — Ici, nous rencontrons à peu près les mêmes genres d'articles que précédemment : des courroies de transmission pour continus-diviseurs; des feuilles ridées pour le peignage mécanique du lin; des cylindres cannelés ou non, en caoutchouc ou en gutta-percha, pour les machines de filature du coton; des repousse-taquets; enfin, des rouleaux pour les appareils à tordre, à teindre, à apprêter, à essorer.

6° Objets en ébonite.

L'ébonite se prête spécialement à la fabrication des objets dont on exige de la rigidité en même temps que des qualités diélectriques ou l'inattaquabilité par les liquides corrosifs. Généralement, ce produit a une couleur noire, mais on en fabrique aussi en d'autres teintes, par exemple en rouge foncé ou en jaune brun. On le fournit soit en pièces non façonnées, propres à être découpées et travaillées de diverses manières, soit à l'état d'objets complètement terminés ou d'organes entrant dans la composition de certains appareils,

organes qui peuvent, d'ailleurs, être exécutés d'après plan ou dessin. La composition présente quelques variantes suivant les usages auxquels l'objet est affecté. C'est ainsi que les objets en ébonite destinés à se trouver en contact avec des liquides acides doivent posséder d'autres qualités que les objets appelés à offrir une résistance purement mécanique. D'autres fois, l'ébonite devra être essentiellement douée de la propriété diélectrique, c'est-à-dire, être à haut degré mauvaise conductrice de l'électricité. Dans chaque cas, ces conditions particulières déterminent le choix des adjuvants à mélanger au caoutchouc. On conçoit, dès lors, que la valeur de l'ébonite puisse varier dans des limites assez larges. La complication des formes et les difficultés d'exécution influent aussi sur la fixation du prix.

Ébonite non façonnée. — On fournit couramment : des feuilles, polies ou non, ayant depuis $\frac{1}{2}$ millimètre jusque 40 millimètres d'épaisseur ; des bâtons pleins à partir de 5 millimètres de diamètre et des tiges plus fines sur commande ; des tubes de tous diamètres et de toutes longueurs. Sous cette forme, l'ébonite se vend de 5 à 15 francs le kilogramme.

Pièces mécaniques. — L'ébonite peut se façonner en plaques, disques ou rondelles de toute dimension et de toute épaisseur, pour les applications mécaniques en général. Certaines industries ont recours à l'ébonite pour constituer des organes particuliers de leurs machines. Citons entre autres : dans la sucrerie, les

garnitures des cônes de friction des turbines; dans la papeterie, les garnitures de rouleaux des presses, les lames en biseau pour rouleaux, les règles et les plaques perforées pour bacs d'aspiration.

Appareils pour produits chimiques. — Ce sont surtout des appareils destinés au transport et à la manipulation des liquides acides, avec leurs pièces accessoires : pompes aspirantes ou aspirantes et foulantes; pompes centrifuges actionnées à la main ou fonctionnant mécaniquement; boulets pour soupapes; tuyaux d'aspiration et de refoulement avec différents genres d'assemblage (à bouts taraudés, à collets, à emboîtement); courbes et pièces de raccord en forme de T ou de croix adaptées à ces divers systèmes; robinets pour écoulement ou refoulement, à une ou à trois voies. Citons encore les petits objets pour laboratoires et pour photographie, tels que : cuvettes, baquets, entonnoirs, etc.

Pièces diélectriques. — Dans la construction des appareils électriques de tout genre entrent souvent des organes en ébonite de formes diverses, obtenus directement par moulage ou façonnés au moyen de plaques, de tubes, de rondelles. On fait, par exemple, des bobines pour l'enroulement des fils dans les dynamos; mais, c'est surtout dans la fabrication du petit matériel relatif à la télégraphie, à la téléphonie, à l'interruption du courant, que l'on utilise l'ébonite.

Cette substance sert également à fabriquer des appareils d'isolement et de protection des fils et des

cables électriques : isolateurs de tout modèle, gaînes rondes ou carrées pour garantir les conducteurs contre le contact d'autres corps, etc. Enfin, l'industrie des accumulateurs électriques fait grand usage de ce produit pour la confection des récipients et pour celle des crochets et des anneaux employés pour séparer les plaques.

Objets divers. — On fournit, encore, au commerce quelques articles en ébonite d'usages divers : des équerres pour dessinateurs, des appareils de physique, des instruments de chirurgie, des pièces entrant dans la fabrication des armes, etc.

7° Objets en gutta-percha.

La gutta-percha a des applications analogues à celles de l'ébonite. Plus souple que cette dernière, très étanche et très résistante à l'usure, elle sert, en premier lieu, à fabriquer des organes mécaniques spéciaux, entre autres : des rouleaux pour les machines à filer le lin; des garnitures pour pistons de pompes et de presses hydrauliques; des garnitures pour les poulies à gorge utilisées dans les transmissions de mouvement par câbles métalliques; des disques de fermeture pour turbines. On fait aussi des courroies avec de la toile combinée avec de la gutta-percha.

Les qualités diélectriques très prononcées de cette substance en font la matière la plus efficace pour isoler les canalisations électriques, pour faire des ligatures et pour d'autres applications du même genre.

Mieux encore que l'ébonite, la gutta-percha se prête à la confection d'objets devant se trouver en contact avec des liquides acides : entonnoirs de toute forme, bouteilles, seaux, cruches à anse, fûts et mesures, pompes, cuvettes pour photographes, tuyaux, joints, réservoirs et bains pour galvanoplastie, garniture et revêtement des cuves pour les mêmes usages.

Enfin, les usines vendent de la gutta épurée soit en dissolution pour servir d'agglutinant, soit à l'état de blocs ou pains destinés à prendre des moulages, des empreintes, à effectuer des travaux de galvanoplastie; soit, enfin, préparée, par laminage ou par boudinage, sous forme de feuilles, de tubes, de bâtons, de fils, de cordes rondes ou carrées, toutes pièces susceptibles d'être découpées et travaillées. Parmi les produits en gutta-percha mentionnons encore : les feuilles pour pansements, le papier pour hôpitaux, pour fabriques de fleurs artificielles, pour emballages de soie.

La valeur de la gutta-percha manufacturée étant fort variable, il est difficile de donner des indications générales à ce sujet. La plupart des articles se vendent à la pièce.

8° Bandages pneumatiques pour cycles.

Eu égard à leurs dimensions, à leur composition et à leurs qualités de résistance, on peut classer les bandages pneumatiques en trois catégories : ceux pour bicyclettes et motocyclettes; ceux pour voiturettes automobiles; enfin ceux pour voitures automobiles.

Voici les données principales relatives aux produits fournis par un établissement de la province de Liége, qui s'est spécialisé dans ce genre de fabrication.

BANDAGES POUR BICYCLETTES ET MOTOCYCLETTES.

Ces bandages, qui ont généralement 65 millimètres de grosseur, se font sur des diamètres extérieurs (après gonflement) de 650 et de 700 millimètres. Ils sont fabriqués pour supporter un poids de 80 kilogrammes par roue. Les prix sont de 64 francs et 68 fr. 50 c. pour la pièce complète montée sur jante en acier; la chambre à air, seule, vaut 22 fr. 50 c. et 24 francs, et l'enveloppe, 37 et 39 francs.

BANDAGES POUR VOITURETTES AUTOMOBILES.

Ces bandages se fabriquent en cinq grosseurs différentes, à savoir : 65, 75, 80, 85 et 90 millimètres. Jusque 80 millimètres, ils ont le profil usuel rond; le diamètre extérieur varie de 650 à 900 millimètres. Pour la plupart des numéros, il y a toujours le type léger et le type renforcé. Ces bandages s'appliquent aux roues motrices de véhicules dont la force ne dépasse pas, en général, 5 chevaux-vapeur; ils peuvent supporter, par essieu, un poids maximum compris entre 200 et 600 kilogrammes, suivant la grosseur, la grandeur et le type. Le prix varie de 90 à 203 francs pour l'appareil complet, soit : pour la chambre à air, 25 à 37 francs, et pour l'enveloppe, 58 à 153 francs. Jusqu'à la grosseur de 75 millimètres,

les bandages sont munis d'un ruban protecteur, dont la valeur est minime.

Les bandages de 85 millimètres sont munis d'un croissant rapporté; leurs diamètres vont de 700 à 860 millimètres; ce sont des types renforcés appropriés aux voiturettes d'une force de 5 à 9 chevaux-vapeur; ils résistent à une charge maximum par essieu variant de 440 à 600 kilogrammes. La valeur du bandage complet varie de 149 à 193 francs.

Le bandage de 90 millimètres est un type renforcé, spécialement fabriqué sur un diamètre de 700 millimètres, pour les roues motrices des voiturettes de Dion et Bouton de 3 $\frac{1}{2}$ à 5 chevaux-vapeur. Prix : 139 francs.

BANDAGES POUR VOITURES AUTOMOBILES.

Les bandages destinés aux voitures automobiles se fabriquent, soit sous la forme usuelle, c'est-à-dire, avec croissant de section ronde, soit avec profil plat sans croissant.

Les bandages ronds comprennent deux types :

a) Le type ordinaire, qui se fait en deux grosseurs : à 65 millimètres, sur des diamètres extérieurs variant de 650 à 1,500 millimètres, pour voitures ayant jusque 7 chevaux de force, supportant au maximum 550 kilogrammes par essieu moteur; à 90 millimètres avec des diamètres variant de 710 à 1,110 millimètres, pour voiture ayant jusque 12 chevaux; charge maximum, 900 kilogrammes.

Le prix du bandage complet avec jante d'acier est

compris entre 132 et 283 francs, soit : 28 à 52 francs pour la chambre à air, et 98 à 215 francs pour l'enveloppe. Il y a toujours un ruban protecteur, valant 45 centimes à 1 fr. 15 c.;

b) Le type lourd, également en deux grosseurs : à 105 millimètres, sur des diamètres de 815 à 915 millimètres, pour voitures ayant jusque 18 chevaux-vapeur, résistant à une charge maximum de 1,000 kilogrammes par essieu moteur; à 120 millimètres, sur des diamètres de 820 à 1,080, pour voitures ayant plus de 18 chevaux de force, pouvant supporter jusque 1,200 kilogrammes par essieu moteur. Prix de l'appareil complet : 300 à 438 francs; chambre à air, 50 à 71 francs; enveloppe, 152 à 233 francs. Ces bandages ne sont pas munis de rubans protecteurs.

Quant aux bandages plats, ils se font en quatre grosseurs :

A 90 millimètres, pour voitures jusque 12 chevaux-vapeur; poids maximum par essieu moteur, 900 kilogrammes; diamètres extérieurs, 760 à 910 millimètres;

A 105 millimètres, pour voitures jusque 18 chevaux-vapeur; poids par essieu, 1,000 kilogrammes; diamètres, 815 à 915 millimètres;

A 120 millimètres, pour voitures d'une force supérieure à 18 chevaux-vapeur; poids par essieu, 1,200 kilogrammes; diamètres, 820 à 1020 millimètres;

A 150 millimètres, sur un diamètre extérieur de 1 mètre, résistant à une charge maximum de 1,500 kilogrammes par essieu moteur.

Les bandages de 90 à 120 millimètres de grosseur

se vendent, complets, à raison de 239 à 445 francs pièce; ceux de 150 millimètres valent 755 francs pièce.

ACCESSOIRES.

Les fabricants de pneus fournissent aussi toutes les pièces séparées et les accessoires nécessaires aux réparations : des manchons-guêtres en cuir ou en caoutchouc et toile, avec leurs lacets de fixation, pour maintenir en état les réparations provisoires; des bandes-guêtres en caoutchouc avec insertion de tissus, servant au même usage; des emplâtres en toile et caoutchouc vulcanisé et imputrescible, pour appliquer à l'intérieur d'une enveloppe crevée; des pastilles carrées, simples ou biseautées, de grandeurs assorties, pour les réparations de chambres à air; des plaquettes de valves de toutes dimensions; des pièces spécialement combinées pour l'obturation rapide des fentes et des trous qui peuvent se produire dans les chambres à air, par exemple, les doubles plaquettes en caoutchouc réunies par une entretoise, désignées sous le nom de *contre-éclat*, et les petites ampoules en caoutchouc appelées *comètes*, dans lesquelles on introduit un petit plomb de chasse.

Comme produits nécessaires aux automobilistes, nous mentionnerons encore : les blocs pour freins et pour pédales; les garde-roues en caoutchouc souple; les poignées en caoutchouc souple ou durci; les déchets de feuille anglaise pour faire des dissolutions; les poires pour cornets; les toiles gommées sur une ou deux faces, fines ou grosses, vendues en

rouleaux ou à raison de 12 à 13 francs le mètre carré; les sacs en toile caoutchoutée, talquée à l'intérieur pour l'emballage, les chambres à air de rechange; les housses imperméables avec lacets pour garantir les enveloppes de rechange; enfin, les valves, pompes, crics, avec tous leurs éléments; les bois pour souder les manchons; le talc en poudre, fourni en sacs de papiers ou en étuis métalliques de diverses contenances.

9° Tissus et vêtements imperméables.

Les tissus imperméabilisés au moyen du caoutchouc se vendent au mètre ou sous forme de vêtements confectionnés.

Tissus. — On prépare des étoffes imperméables en coton, en laine ou en laine et coton. Ces étoffes peuvent être simples et gommées seulement sur l'une des faces, ou bien doubles, c'est-à-dire, formées de deux épaisseurs collées ensemble, de telle sorte que la couche de caoutchouc n'est pas apparente à l'extérieur du tissu. Ces étoffes ont généralement $1^{m}50$ de largeur, parfois $1^{m}80$. Les prix sont, naturellement, fort variables; ils dépendent de la qualité du tissu, de sa force, du degré d'imperméabilisation. Ainsi, les tissus simples se vendent de 4 à 11 francs le mètre; les doubles de 7 fr. 50 c. à 23 francs. Il y a aussi des articles meilleur marché.

Vêtements et produits divers. — En premier lieu, nous citerons les vêtements d'usage courant pour les deux



Alost : Atelier de montage des galoches.

sexes, de forme classique ou de fantaisie, qui se font en diverses qualités : manteaux, paletots, macferlans, pèlerines, carricks, capuchons, etc., Puis, viennent tous les vêtements spéciaux, tels que ceux pour officiers, policemen, pompiers, cochers; pour chasseurs, pêcheurs, touristes, vélocipédistes, sportsmen, automobilistes; pour mineurs, scaphandriers, etc. A signaler aussi plusieurs articles appropriés à un usage déterminé : la jupe sac pour femmes, le manteau costume, la couverture-pantalon, le parapluie du chauffeur, le pantalon à pied, les bas de marais, les tabliers, les sacs à éponge, etc. On trouve ces confections à des prix fort variables; ces prix dépendent de la longueur, de l'ampleur, du genre de tissu, de la façon, etc. Ainsi, on trouve des manteaux pour hommes à partir de 20 francs jusque 100 francs et plus.

10° Chaussures imperméables.

Les chaussures imperméables comprennent deux catégories de produits : les galoches et les souliers bain-de-mer.

Les galoches se font dans tous les modèles réclamés par les consommateurs. Il y en a à bout pointu, rond ou demi-rond, à talon haut ou sans talon, avec ou sans éperon. Le prix se fixe d'après la pointure et l'épaisseur de la couche de caoutchouc. On peut admettre, pour la qualité courante et la pointure moyenne, les valeurs suivantes :

		LA PAIRE.
Pour hommes	fr.	3.50
Pour femmes		2.50 à 2.75

Les galoches s'emballent par lots de 50 à 100 paires séparées par du papier, mis dans des caisses garnies de papier huilé.

Les bain-de-mer sont des chaussures du même genre que les souliers Molière, fermées par des lacets; ils sont surtout destinés aux femmes et aux enfants. Il y en a de différents modèles. Les chaussures pour femmes se vendent, en moyenne, à raison de 2 francs la paire. L'emballage se fait comme pour les galoches.

B. Essais du caoutchouc manufacturé.

Lorsqu'il s'agit d'importantes fournitures d'appareils en caoutchouc faites à certaines administrations, entre autres à celle des chemins de fer, il peut être utile de soumettre les produits à un examen minutieux, de se rendre compte, d'une façon précise, s'ils remplissent les conditions que l'on exige d'eux. Les investigations faites en vue de s'assurer de la qualité du caoutchouc employé, peuvent porter sur deux points : la composition chimique, les propriétés mécaniques du mélange mis en œuvre.

ANALYSE CHIMIQUE.

L'analyse chimique complète des mélanges utilisés dans l'industrie du caoutchouc, mélanges complexes dans lesquels peuvent entrer tant de substances de natures différentes, suppose une suite d'opérations de laboratoire, longues et difficiles, que l'on ne peut guère effectuer dans la pratique courante de l'industrie. Mais le cas est tout différent si l'on a à

faire à des objets livrés à des administrations qui ont prescrit d'avance la composition du mélange, la nature et la proportion des ingrédients qu'il doit renfermer : alors, il n'y a plus qu'à procéder à la vérification de ces constituants. Encore, ces recherches peuvent-elles se restreindre à la détermination d'un certain nombre de données principales. Nous ne pouvons entrer dans les détails des diverses méthodes d'analyse proposées par les chimistes qui se sont occupés de la question. Nous croyons cependant utile et intéressant de reproduire quelques renseignements généraux concernant ce sujet, d'après un travail publié récemment par M. Em. Camerman, ingénieur aux Chemins de fer de l'Etat Belge. [1]

Pour procéder aux essais chimiques, on opère toujours sur de la rapure, la plus fine possible, obtenue en limant la couche du mélange employé dans la fabrication des appareils. Ce qu'il importe surtout de connaître, pour apprécier les qualités de ce mélange et celles du caoutchouc qui en forme la base, c'est la proportion des éléments suivants : résine, huiles végétales (autrement dit le caoutchouc factice), soufre non combiné, matières inertes. Indiquons succinctement les procédés préconisés par M. Camerman pour ces diverses recherches.

Résine. — Ce corps, plus oxydable que le caoutchouc pur, peut, s'il se trouve en trop forte quantité, être

---

(1) Note sur l'analyse des caoutchoucs manufacturés présentée au Congrès de Bruxelles (1906) de l'Association Internationale pour l'essai des matériaux.

nuisible à ce dernier, le faire durcir. Pour le séparer des autres matières, il suffit de traiter la rapure par l'acétone, qui dissout seulement la résine, puis d'évaporer le dissolvant après filtration de la liqueur obtenue.

La résine provient du caoutchouc naturel qui, ainsi que nous l'avons vu, en renferme toujours une certaine quantité. Mais elle peut avoir été introduite par du vieux caoutchouc mal régénéré, car on sait que le caoutchouc s'oxyde peu à peu par l'usage et finit par se résinifier. Une forte proportion de résine peut, par conséquent, être l'indice de l'emploi d'un caoutchouc de qualité inférieure ou de l'adjonction de caoutchouc régénéré dans de mauvaises conditions.

Huiles végétales. — Les matières grasses sont généralement incorporées aux mélanges sous forme de caoutchouc factice. Ce produit, comme nous le savons, manque de nervosité; c'est pourquoi il est proscrit dans beaucoup d'articles techniques. On peut déceler sa présence en opérant comme suit : après avoir éliminé la résine, on traite le résidu par la soude caustique à l'alcool qui dissout le factice. On filtre et, dans la solution, on précipite les corps gras par l'acide chlorhydrique; le précipité est, après filtration, redissout par l'éther, puis évaporé.

Soufre non combiné. — Le soufre qui reste en liberté au sein de la masse, soit qu'il ait été ajouté en excès, soit qu'il ait été irrégulièrement réparti et qu'il se trouve accumulé en certains endroits, peut avoir des

effets nuisibles par la suite. Sous l'influence de la chaleur à laquelle beaucoup d'appareils sont soumis dans l'industrie, il peut continuer à se combiner au caoutchouc; la vulcanisation se poursuivant, il en résulte, pour le produit, un accroissement de dureté nullement désirable. Si l'on veut connaître la quantité de soufre non combiné, on opère sur une nouvelle partie de caoutchouc rapé que l'on traite d'abord par l'alcool bouillant. Le filtrat, additionné d'une lessive de soude concentrée, est évaporé à siccité; le résidu est repris par de l'acide nitrique dilué puis évaporé. Le nouveau résidu est repris par l'acide chlorhydrique et l'on précipite le sulfate formé à la manière ordinaire. Non seulement on dose le soufre à l'état libre, mais aussi le soufre combiné au factice, par un procédé analogue au précédent, en se servant de l'échantillon débarrassé de son soufre libre. Pour déterminer la quantité de soufre total, on traite au creuset dans un four à moufle, de la rapure fraîche additionnée d'un mélange oxydant formé de peroxyde de manganèse et de carbonate de soude. On peut alors dissoudre par l'acide chlorhydrique les composés contenant le soufre et poursuivre l'analyse par les moyens connus.

Matières inertes. — Si les matières minérales utilisées comme charges ou comme adjuvants sont représentées par des composés suffisamment stables (litharge, blanc de zinc, carbonate de chaux, talc, etc.), on pourra en faire le dosage par calcination. Mais, si l'on a à faire à des corps instables (sulfure d'antimoine,

sulfure de mercure, etc.), il faut avoir recours à d'autres méthodes.

Lorsqu'on aura trouvé la proportion des éléments précédents, on déduira, par différence, la quantité de gomme pure qui leur était mélangée. Ensuite, on pourra calculer la teneur en résine, chiffre qui donnera une idée assez exacte de la valeur du caoutchouc employé.

ÉPREUVES MÉCANIQUES.

L'analyse chimique d'un mélange de caoutchouc ne suffit pas toujours, à elle seule, pour apprécier, avec une certitude complète, la qualité d'un produit. On a reconnu, en effet, que plusieurs caoutchoucs peuvent être identiques comme composition, avoir la même teneur en résine, par exemple, et, cependant, n'être pas du tout équivalents au point de vue de la nervosité et de l'élasticité.

Quelques articles industriels sont soumis à des expériences pratiques qui donnent des indications positives sur le degré de résistance qu'ils offrent à certaines actions. C'est ainsi que les tuyaux destinés aux usages courants des chemins de fer sont éprouvés à des pressions de 10 atmosphères.

Pour se rendre compte de la valeur d'un bandage pneumatique d'automobile, on se sert habituellement d'une machine à essayer, à l'aide de laquelle on reproduit artificiellement les effets d'une route caillouteuse sur le bandage en mouvement. Celui-ci, ajusté sur une roue horizontale, tourne à une grande vitesse en

frottant contre une plaque métallique garnie d'aspérités. Un compteur de tours permet de connaître le nombre de kilomètres que le bandage peut faire avant de s'user. Ce système de contrôle est assez coûteux, puisqu'il met chaque fois un bandage hors d'usage.

A côté de ces essais d'ordre purement pratique, se placent les épreuves revêtant un caractère scientifique et précis. Il s'agit, en d'autres termes, de compléter l'analyse chimique du caoutchouc par un examen fait au point de vue de ses propriétés mécaniques, de recueillir des données exactes sur sa résistance à la traction et à la compression, sur son élasticité, son allongement, etc. La question des essais mécaniques, toutefois, ne semble pas aussi avancée que celle des essais chimiques.

Pour éprouver le caoutchouc à la traction et mesurer les allongements, on peut se servir des dynamomètres utilisés pour les autres matériaux, notamment ceux du système Delaloe. Des dynamomètres enregistreurs imaginés et construits par la maison Richard sont également employés.

Mais, à l'heure actuelle, aucun des instruments en usage pour les essais mécaniques ne paraît avoir franchement conquis les suffrages des spécialistes. Le point délicat, dans des expériences de ce genre, réside dans la difficulté de détacher une éprouvette convenable d'une couche de caoutchouc souvent très mince, et qu'il est malaisé de couper nettement. Or, les dimensions de cette éprouvette doivent être mathématiquement exactes, car la moindre entaille entraîne une diminution de résistance et fausse les

résultats de l'opération. Cependant, cette difficulté n'est pas insurmontable.

Nous terminerons ce chapitre en signalant les intéressants et minutieux travaux effectués à ce sujet par M. Breuil, chef de section au laboratoire du Conservatoire des Arts et Métiers, à Paris. On a l'espoir que ces recherches aboutiront, à bref délai, à la solution complète et définitive de la question. La machine imaginée par cet inventeur permettra de réaliser des essais de traction et de compression à froid et à chaud, de déterminer le degré de plasticité, d'étudier les effets de l'usure, de la perforation, etc. Ce nouveau dynamomètre, pourvu d'appareils enregistreurs, est combiné en vue de l'examen complet du caoutchouc au point de vue physique et mécanique.

V

Situation économique.

HISTORIQUE DE L'INDUSTRIE DU CAOUTCHOUC.

L'industrie du caoutchouc a été introduite en Belgique en 1832. La première manufacture, installée à Molenbeek-Saint-Jean, ne tarda pas à prendre de l'extension et fut exploitée plus tard sous le nom de *Compagnie internationale pour la fabrication du caoutchouc souple et de la gutta-percha*. Par suite de certaines circonstances, cet établissement fut mis en liquidation il y a environ trois ans.

En 1855, une autre usine vit le jour à Menin; elle est encore actuellement en activité. De 1874 à 1883, diverses fabriques de caoutchouc furent successivement créées à Schaerbeek, à Menin, à Gentbrugge-lez-Gand et à Sclessin-lez-Liége. Mais c'est réellement à partir de 1891 que commença le développement de cette industrie en Belgique. Durant cette période, un établissement important fut érigé à Gand pour le travail du caoutchouc souple, de l'ébonite, de la gutta-percha et de l'amiante. Vers cette époque également, une petite usine qui s'occupait à Liége, depuis

quelques années déjà, du façonnage des articles en feuille anglaise, fut considérablement agrandie et transformée en une vaste manufacture où, en plus des articles industriels, l'on entreprit en grand la fabrication des bandages pneumatiques pour cycles.

Quelque temps après, en 1899, l'on vit se fonder trois nouvelles fabriques, dont une à Molenbeek, transférée ensuite à Forest, une autre à Alost, et la troisième à Cureghem-Anderlecht. Cette dernière s'était spécialement outillée pour la production et le travail de la feuille anglaise. En 1903, cet établissement s'adjoignit l'usine d'Alost où elle installa un nouveau genre de fabrication, celui des chaussures imperméables. Dans ces dernières années, quelques autres petites fabriques furent encore organisées, notamment à Berchem et à Strombeek, mais leur existence fut éphémère et elles ont aujourd'hui disparu.

RENSEIGNEMENTS STATISTIQUES.

Actuellement, les fabriques de caoutchouc proprement dites, c'est-à-dire, s'occupant spécialement de la préparation et de la mise en œuvre de cette matière, sont au nombre de neuf, réparties entre huit firmes commerciales. A ce chiffre, il convient d'ajouter 18 usines dont le travail du caoutchouc constitue une branche accessoire, ou qui manipulent le caoutchouc tout préparé, en vue de certaines applications. Parmi ces établissements on compte :

Une fabrique de voitures pour enfants et de voitures-

jouets, qui livre au commerce de petits bandages pour roues;

Deux fabriques qui travaillent l'amiante brut et confectionnent des produits mixtes d'amiante et de caoutchouc;

Trois manufactures de câbles électriques, qui se servent du caoutchouc et de la gutta-percha pour l'isolement des canalisations électriques, mais préparent aussi ces deux substances sous forme de feuilles pures et de rubans isolants;

Sept ateliers s'occupant du gommage des tissus et de la confection des vêtements imperméables, de la confection et de la réparation des bandages pneumatiques, de la pose des antidérapants et autres travaux du même genre;

Trois établissements qui façonnent des produits d'amiante caoutchouté;

Deux fabriques de courroies en coton caoutchouté et en balata;

Enfin, il faut ajouter : une usine qui s'occupe de la régénération du caoutchouc usagé, un atelier produisant des articles en gutta-percha et une fabrique de caoutchouc artificiel *élastès*.

Nous ne comptons pas, dans cette industrie, les graveurs qui s'occupent de la fabrication de timbres en caoutchouc, dont il existe un certain nombre dans le pays.

En tout, nous comptons donc trente établissements pouvant être rangés dans l'industrie du caoutchouc. Le personnel total occupé dans cette industrie s'élève, en chiffres ronds, à 1,900 ouvriers et

ouvrières, ces dernières figurant pour un bon tiers dans l'ensemble. La force motrice globale utilisée par les établissements travaillant le caoutchouc est d'environ 1,800 chevaux-vapeur. Toutefois, la puissance des générateurs utilisés par ces usines dépasse de beaucoup celle qui serait strictement nécessaire à la production de l'énergie mécanique, la vapeur étant, comme on sait, largement mise à contribution dans la vulcanisation.

Parmi les neuf fabriques de caoutchouc proprement dites, on peut en signaler trois, situées respectivement à Liége, à Gand et à Cureghem, qui, par l'ampleur de leurs installations, peuvent soutenir la comparaison avec les établissements les plus importants de l'étranger. Leur activité est, d'ailleurs, en constante progression. Actuellement, ces manufactures occupent, chacune, de 350 à 550 ouvriers et ouvrières; elles disposent, de plus, d'une force mécanique de 250 à 400 chevaux-vapeur. Les autres usines, montées sur un pied plus modeste, travaillent avec un personnel variant de 20 à 100 ouvriers et une force motrice comprise entre 30 et 150 chevaux-vapeur.

PRODUCTION.

Le poids total de caoutchouc brut mis en œuvre chaque année par nos différentes usines est une donnée intéressante, en ce sens qu'elle permet déjà de se rendre compte de l'importance de la production en objets manufacturés, bien que cette substance

n'entre, le plus souvent, que pour une faible part dans leur composition. D'une façon approximative, cette quantité peut être évaluée à 350,000 kilogrammes, dont un tiers environ est constitué par du caoutchouc de première qualité (Para), le reste comprenant des sortes plus courantes (Congo, etc.). Si nous admettons une valeur moyenne de 11 francs par kilogramme, nous arrivons à une somme globale de 3,850,000 francs affectée à l'achat de la matière première essentielle dans l'industrie qui nous occupe. En mettant en œuvre ce caoutchouc, conjointement avec les autres matériaux indiqués, nos manufactures arrivent à livrer chaque année à la consommation une quantité de produits de toute espèce, dont la valeur commerciale totale s'élève, en chiffres ronds, à 11 millions de francs.

Relativement à la variété de ces fabricats, on peut dire qu'il n'est plus guère de genres d'articles, en caoutchouc souple, demi-dur et durci, travaillé seul, en mélange ou avec des matières intercalaires, qui ne soient fabriqués en Belgique. Il est à remarquer que la plupart des établissements d'une certaine importance ont eu l'idée de se spécialiser dans l'une ou l'autre des branches que nous avons eu l'occasion de décrire; c'était l'unique moyen pour eux d'acquérir l'expérience indispensable et de produire dans des conditions économiques leur permettant de lutter contre les manufactures étrangères, dont plusieurs sont très considérables. C'est ainsi que l'usine de Gand s'est particulièrement montée pour la fabrication de tous les articles techniques généraux et spé-

ciaux; elle possède, à cet effet, un outillage des plus complets et des plus variés. Les tuyaux de toutes sortes se font surtout à Sclessin et à Gand. La fabrique de Cureghem-Anderlecht s'adonne exclusivement à la production en grand de la feuille anglaise et des articles qui s'y rapportent; ses installations peuvent rivaliser avec celles des principales maisons anglaises. La confection des bandages pneumatiques pour automobiles, motocyclettes et bicyclettes se pratique en grand à Liége. Cette spécialité, qui prend chaque année plus d'importance, dont les débouchés ne font que croître, a été également entamée avec succès par d'autres établissements, entre autres par celui de Gand. Les objets en ébonite sont fabriqués dans diverses usines, entre autres à Schaerbeek et à Gand. Dans cette dernière localité, on travaille également la gutta-percha.

Les produits combinés d'amiante et de caoutchouc sont fabriqués, non seulement dans trois manufactures de caoutchouc, mais encore dans deux établissements nouvellement fondés, qui travaillent l'amiante brut.

Une ancienne usine de Menin s'est depuis longtemps spécialisée dans la fabrication des tissus imperméables. Quant aux chaussures imperméables, c'est une fabrication qui, bien que de création assez récente à Alost, a déjà fait ses preuves au point de vue de la qualité des produits; le matériel qui est affecté à cette spécialité est suffisant pour permettre la production de 1 million de paires de chaussures chaque année.

Lorsque l'on considère le chemin parcouru depuis une quinzaine d'années, on est obligé de reconnaître que rien n'a été négligé par nos industriels, durant cette courte période de temps, pour mettre leur fabrication au niveau de celle des manufactures étrangères. Rares sont les usines où l'on n'ait pas renouvelé le matériel plus ou moins ancien, installé dans les débuts; les machines un peu surannées ont, presque partout, fait place à des appareils modernes, perfectionnés, sortant des ateliers des meilleurs constructeurs anglais, français et allemands. Nous ne parlerons pas de l'approvisionnement en matières premières, devenu très facile depuis la création du marché d'Anvers et grâce à la proximité de celui de Liverpool. Des techniciens ayant fait leurs preuves dans de grands établissements étrangers, président aux multiples et délicates opérations que nécessite le travail du caoutchouc. D'autre part, dans maint établissement, la science a été mise à contribution et les diverses substances mises en œuvre y sont soumises à un rigoureux contrôle par l'analyse chimique.

CONCURRENCE ÉTRANGÈRE.

Grâce à des efforts intelligents et persévérants, notre industrie du caoutchouc s'est fondée sur des bases solides. On peut affirmer que nos produits manufacturés ne le cèdent en rien à ceux de nos concurrents quant à la qualité, et qu'ils sont souvent plus avantageux au point de vue du prix. Avant tout, nos

fabricants se sont préoccupés de s'assurer le marché intérieur, qui, naguère encore, était complètement à la merci des producteurs étrangers. Il importait, en effet, de faire profiter l'activité nationale de l'accroissement rapide qui se manifeste de nos jours dans la consommation de tous les genres de produits dans lesquels entre le caoutchouc. Si notre industrie n'a pas réussi à empêcher que l'importation de ces articles ne continuât à progresser dans une certaine mesure, elle est parvenue, cependant, à lui disputer une portion de plus en plus considérable de la clientèle indigène. Des progrès notables ont surtout été réalisés en ce qui concerne les bandages pneumatiques pour cycles, en dépit de la concurrence redoutable que nous font la France et l'Angleterre.

En général, les objets en caoutchouc manufacturé sont, au point de vue douanier, considérés comme articles de mercerie; ils supportent à l'importation un droit d'entrée de 13 p. c. *ad valorem*. Cette protection, très suffisante en soi, est souvent illusoire, à cause des fraudes auxquelles ce mode de tarification peut donner lieu.

Un certain nombre d'articles industriels courants à bon marché : objets moulés, bourrages, feuilles pour joints, etc., sont fabriqués en Allemagne sur une très grande échelle et importés à des prix tellement bas que nos fabricants se trouvent dans l'impossibilité de soutenir la lutte sur ce terrain. Or, beaucoup de ces produits sont classés, par la douane, dans la catégorie *machines et mécaniques*; ils sont ainsi passibles

d'un droit d'entrée de 12 francs aux 100 kilogrammes, ce qui, en moyenne, ne correspond qu'à 4 ou 5 p. c. *ad valorem*.

En général, la France et l'Angleterre n'importent que des articles spéciaux, de valeur élevée. Beaucoup d'objets en ébonite viennent encore d'Allemagne : question d'habitude ou de préférence personnelle de la part du consommateur. On peut en dire autant au sujet de la gutta-percha.

Pour les objets en feuille anglaise, l'industrie nationale n'a rien à craindre de la concurrence étrangère.

En ce qui concerne les tissus imperméables pour la confection, nous sommes encore en partie tributaires de la France et de l'Angleterre, pays ayant une réputation universelle dans la fabrication de ce genre de produits.

Quant aux galoches et aux chaussures imperméables, elles étaient, jusqu'en ces derniers temps, exclusivement fournies par l'étranger. Les pays importateurs de ces articles sont surtout l'Angleterre, puis les États-Unis et l'Allemagne. La fabrication de ces articles se faisant maintenant dans le pays dans d'excellentes conditions, il est probable que la consommation aura de moins en moins recours aux produits d'origine étrangère.

IMPORTATIONS DE CAOUTCHOUC MANUFACTURÉ.

Nous reproduisons ci-après, d'après les statistiques officielles publiées par le Ministère des Finances, le tableau de la valeur des importations, pendant les

années 1896 à 1905, des produits classés sous la rubrique *caoutchouc manufacturé*.

ANNÉE.	QUANTITÉ EN KILOGRAMMES.	VALEUR EN FRANCS.
1896.	—	1,115,000
1897.	—	1,051,000
1898.	—	985,000
1899.	—	1,170,000
1900.	—	1,558,000
1901.	319,081	1,598,000
1902.	371,388	1,871,000
1903.	429,892	2,158,000
1904.	469,987	2,653,000
1905.	542,922	3,279,000

On remarque que, de 1901 à 1905, la valeur des importations a augmenté dans une proportion plus rapide que le poids des marchandises importées; c'est qu'en effet, la valeur moyenne est passée de 5 à 6 francs, majoration imputable à la hausse survenue sur le prix du caoutchouc.

Les relevés suivants, puisés à la même source, relatifs aux années 1904 et 1905, montrent quelle est la part respective prise par les différents pays étrangers dans le chiffre de ces importations.

IMPORTATIONS.

PAYS IMPORTATEURS.	1904		1905	
	QUANTITÉ.	VALEUR.	QUANTITÉ.	VALEUR.
	Kilogrammes.	Francs.	Kilogrammes.	Francs.
Allemagne . . .	130,450	703,601	126,670	791,484
Angleterre . . .	151,187	819,149	180,492	944,191
Autriche-Hongrie.	257	1,251	139	1,241
États-Unis d'Amérique	27,002	134,342	41,868	207,939
France	137,605	892,270	166,430	1,212,676
Hambourg . . .	6,730	32,978	4,739	28,263
Italie.	868	6,892	1,256	11,028
Pays-Bas . . .	10,381	40,089	6,977	38,746
Russie	1,016	5,281	131	1,438
Suède	4,224	15,446	13,506	38,545
Autres pays . .	267	1,208	715	3,373
TOTAUX. . .	469,987	2,652,507	542,923	3,278,924

On remarquera que la France tient la tête, suivie de près par l'Angleterre et par l'Allemagne; les États-Unis, bien que fournissant un chiffre encore assez important, viennent loin derrière ces pays.

EXPORTATION DES PRODUITS.

Les moyens d'investigation dont dispose la statistique officielle ne permettent pas de connaître d'une façon exacte le montant total des exportations des produits manufacturés par l'industrie du caoutchouc, ni d'indiquer, d'une façon détaillée, la répartition de ces exportations par pays de destination. Force nous est donc de nous borner à donner quelques indications générales à ce sujet.

De création relativement récente, l'industrie belge du caoutchouc n'a guère encore porté ses vues vers les débouchés que peuvent lui offrir certains pays étrangers, notamment les contrées où cette spécialité n'existe que peu ou point. Exception doit cependant être faite pour la feuille anglaise et les articles qui s'y rapportent, dont la production est presque totalement destinée à l'étranger. Aussi, cette catégorie intervient-elle pour une très forte part dans le montant total de nos exportations de caoutchouc manufacturé, montant que nous évaluons à la somme approximative de 2 millions de francs. Ce genre de produits s'expédie principalement en France, puis en Angleterre, en Allemagne, dans diverses autres contrées de l'Europe, dans l'Amérique du Nord et l'Amérique du Sud, enfin, jusqu'en Chine et au Japon.

Les autres objets en caoutchouc s'exportent aussi, mais en quantités plus restreintes. Il est des pays où l'introduction de nos produits est rendue fort difficile par suite des droits assez élevés qui les frappent à l'entrée. Tels sont : l'Allemagne, où ce droit est de

1 fr. 25 c. au kilogramme (soit environ 15 à 20 p. c. *ad valorem*), et la France, où le droit est de 70 centimes au kilogramme (soit 10 à 12 p. c. *ad valorem*) [1].

Par contre, nos fabricats luttent avantageusement contre les produits étrangers dans nombre d'autres pays, notamment en Hollande et au Danemark, en Angleterre, en Suisse, en Italie, dans l'Amérique du Nord et l'Amérique du Sud. Nous croyons que ce courant d'exportation pourrait se développer et s'étendre à d'autres marchés si notre organisation commerciale extérieure était mieux comprise. Tous les produits que nous fabriquons sont susceptibles de se vendre à l'étranger, surtout les bandages pneumatiques et les chaussures imperméables, deux articles qui, avec les produits en feuille anglaise, paraissent appelés à occuper une place des plus honorables sur le marché universel.

---

(1) En vue de conserver leur clientèle dans ce pays, deux de nos établissements y ont fondé des succursales, situées respectivement à Halluin et à Prouvy-Hiant-lez-Valenciennes (département du Nord).



Auvelais : Broyeuse et ouvreuse à amiante.

INDUSTRIE DE L'AMIANTE

L'industrie de l'amiante se rattache de très près à celle du caoutchouc, sinon par l'analogie des opérations de fabrication, tout au moins par le genre d'applications auquel on destine ses produits. Nous avons eu, d'ailleurs, l'occasion de voir que ces deux substances sont souvent travaillées conjointement et combinées de façon à former des produits de composition mixte.

I. — Matières premières.

Nous avons à distinguer, en premier lieu, l'amiante brut, qui sert de base à la fabrication, puis, les autres matières employées accessoirement ou entrant en combinaison avec l'amiante lui-même.

A. Amiante brut.

COMPOSITION ET PROPRIÉTÉS.

L'amiante, qui est une des variétés de l'asbeste, est une substance minérale faisant partie des roches appelées *amphiboles* et composée essentiellement d'un

silicate double de chaux et de magnésie, renfermant une certaine quantité d'alumine. Ce qu'il offre de plus caractéristique au point de vue physique, c'est sa texture fibreuse, point de départ de son utilisation industrielle. L'amiante, en effet, se désagrège avec une grande facilité en minces filaments, suffisamment longs, tenaces et nerveux pour pouvoir être employés à la fabrication du carton ou à la production de fils et de tissus, tout comme les fibres végétales telles que : le coton, le lin, le chanvre, le jute, etc. Les fibres d'amiante couramment transformées en fils ont une longueur variant habituellement de 8 à 30 millimètres, soit en moyenne 15 à 20 millimètres. On trouve aussi de l'amiante donnant des filaments d'une longueur de 60 à 80 millimètres et même plus. Mais cette variété d'amiante est surtout propre à la fabrication de certains produits spéciaux, tels que les bûches et les garnitures de poêles à gaz. Quant aux fibres très courtes, aux flocons qui constituent les déchets des manipulations effectuées à la mine et à l'usine, ils peuvent servir à la confection des feuilles de carton.

L'amiante a généralement une couleur blanche légèrement grisâtre ou jaunâtre. Certaines variétés, moins prisées dans l'industrie, possèdent une teinte bleue assez prononcée; elles présentent des fibres assez longues, mais trop peu souples, trop dures pour se prêter au travail de la filature. Par contre, leur élasticité relative les rend propres à la confection de matelas calorifuges auxquels on demande surtout de ne pas s'affaisser trop rapidement.

Outre la faculté de pouvoir se feutrer, se filer et se tisser, l'amiante est doué d'autres précieuses qualités. Totalement incombustible, vu sa nature minérale, il constitue une des matières réfractaires et calorifuges les plus efficaces. Ajoutons qu'il est indécomposable par la chaleur, infusible et inattaquable par la plupart des agents chimiques.

Cet ensemble de propriétés remarquables, dont l'industrie ne pouvait manquer de tirer parti, suffit pour expliquer la généralisation si rapide des applications pratiques de l'amiante, au point que ce produit, manufacturé sous des formes diverses est, aujourd'hui, devenu indispensable au fonctionnement d'un grand nombre d'appareils mécaniques.

PROVENANCE ET VALEUR.

L'amiante brut utilisé par l'industrie belge provient, pour la plus grande partie, du Canada. Il en vient aussi de la Sibérie. La colonie du Cap fournit la variété bleue et, depuis quelque temps, la blanche. Par suite de l'augmentation régulière de la demande, augmentation provenant du développement même de l'industrie, le prix de l'amiante est en progression constante. La valeur du produit varie avec la qualité, c'est-à-dire, en raison de la longueur, de la finesse et de la solidité de la fibre.

L'amiante est fourni aux lieux de production sous deux formes : l'amiante en *roche* ou *crude* et l'amiante en *fibres* ou *désagrégé*. Cette dernière sorte contient des débris de roches en grains plus ou moins volu-

mineux et même en poussière; à la mine, elle est soumise à un travail préparatoire et subdivisée en une série de qualités dont la valeur va en diminuant.

Au début de l'année 1907, l'amiante industriel se vendait entre 700 et 800 francs la tonne pour la fibre et 1,600 francs la tonne pour l'amiante en roche. Il faut ajouter à ces chiffres les frais de transport jusqu'à l'usine, frais qu'on peut estimer à 40 ou 50 francs la tonne. Certaines qualités de premier choix se payaient jusque 2,000 francs la tonne. Par contre, les déchets les plus communs n'étaient cotés que 100 à 225 francs la tonne. Faisons remarquer ici que ce qui détermine la valeur de l'amiante, ce n'est pas tant la longueur, ni même la finesse de sa fibre, que sa souplesse et sa facilité d'être transformé en fils.

B. Matières accessoires.

PRODUITS DE MÉLANGE.

A la pâte destinée à former le carton d'amiante, on ajoute parfois certains ingrédients dans le but de lui communiquer des qualités déterminées. C'est ainsi qu'on peut faire usage de l'amidon pour agglutiner les fibres. Ce produit, fourni par l'industrie belge, a une valeur moyenne de 45 francs les 100 kilogrammes.

L'introduction dans la pâte d'une certaine quantité d'un corps gras rendra le carton d'amiante imperméable à l'eau, propriété qu'il ne possède pas naturellement; on utilise, dans ce but, des huiles minérales dérivées du goudron. Ces huiles, fabriquées

sur une grande échelle dans le pays, se vendent de 50 à 55 francs les 100 kilogrammes. Pour certaines applications, on augmente les qualités de conservation du carton en lui incorporant quelque substance fixe antiseptique, telle que : l'alun, le sulfate d'alumine, ou encore, le carbonate de baryte. Il existe en Belgique d'importantes usines qui produisent ces trois composés. L'alun et le sulfate d'alumine se vendent respectivement à raison de 12 et 10 francs les 100 kilogrammes.

CAOUTCHOUC.

Le caoutchouc s'emploie en combinaison avec l'amiante, soit sous forme de cordons ou de feuilles destinés à l'insertion ou à la superposition, soit à l'état de dissolution épaisse à étendre sur le tissu. A cet effet, on utilise du caoutchouc à l'état pur ou plus ou moins chargé.

ENDUITS.

Dans la fabrication de produits où l'amiante entre à l'état de fils, on imprègne souvent ceux-ci de certaines substances onctueuses ou grasses, de nature minérale ou organique, dont la présence, tout en facilitant le glissement des fils, ajoute encore à l'étanchéité de l'ensemble. Parmi ces produits, nous citerons :

Le talc en poudre, dont nous avons déjà eu l'occasion de parler à propos du caoutchouc ;

Le graphite naturel ou plombagine de l'île de Ceylan, carbone finement divisé, dont la valeur est de

30 francs les 100 kilogrammes pour la qualité ordinaire et qui peut atteindre jusque 125 francs pour la qualité supérieure;

La paraffine, hydrocarbure solide, résidu de la distillation des huiles de pétrole; ce produit, généralement importé d'Écosse, se vend de 80 à 90 francs les 100 kilogrammes;

Le suif, ou graisse de bœuf, provenant des usines qui traitent les déchets de nos abattoirs; ce produit a la même valeur que la paraffine.

PRODUITS TEXTILES.

Comme pour le caoutchouc manufacturé, on combine avec l'amiante filé ou tissé, non seulement des fils de coton, de chanvre, de jute (généralement les numéros forts), mais encore des toiles de coton et de chanvre et même de la toile à voile.

PRODUITS MÉTALLIQUES.

Ces produits sont les mêmes que ceux que nous avons énumérés en passant en revue les matières employées dans la fabrication du caoutchouc. Ce sont : des fils de fer, de laiton, de plomb, des toiles métalliques, notamment des tissus en fils de laiton.

II. — Technologie.

La technologie de la fabrication des produits en amiante participe, procède de celle de trois autres industries :

1° Elle emprunte à l'industrie du papier les procédés suivis pour l'obtention du carton d'amiante ;

2° La transformation des fibres en feutres, en fils, en tissus et en tresses exige des opérations absolument analogues à celles qui sont pratiquées dans les industries textiles ordinaires ;

3° Enfin, les manipulations que nécessite la confection de certains produits mixtes d'amiante et de caoutchouc ou d'autres matières, ne diffèrent en rien de celles qui ont été décrites à propos du travail du caoutchouc. Il n'y aura donc plus lieu d'envisager ce dernier côté de l'industrie de l'amiante.

Nous expliquerons succinctement en quoi consiste le travail de l'amiante proprement dit, depuis l'appropriation de la matière brute jusqu'à la fabrication de produits directement applicables (carton, tissus, tresses, etc.), en passant par la forme intermédiaire, le fil, ce dernier pouvant lui-même être considéré comme la matière première d'autres fabrications.

FABRICATION DU CARTON.

Ainsi que nous l'avons dit, cette fabrication ne diffère pas essentiellement de celle du carton ordinaire. Les appareils employés rappellent, en tous

points, ceux que l'on utilise pour l'obtention de ce dernier [1].

Suivant le genre de produit, on emploie de l'amiante de qualité plus ou moins fine. Mais, pour le carton de qualité courante, on utilise les flocons, fibres très courtes, auxquelles on ajoute les déchets recueillis au cours des opérations.

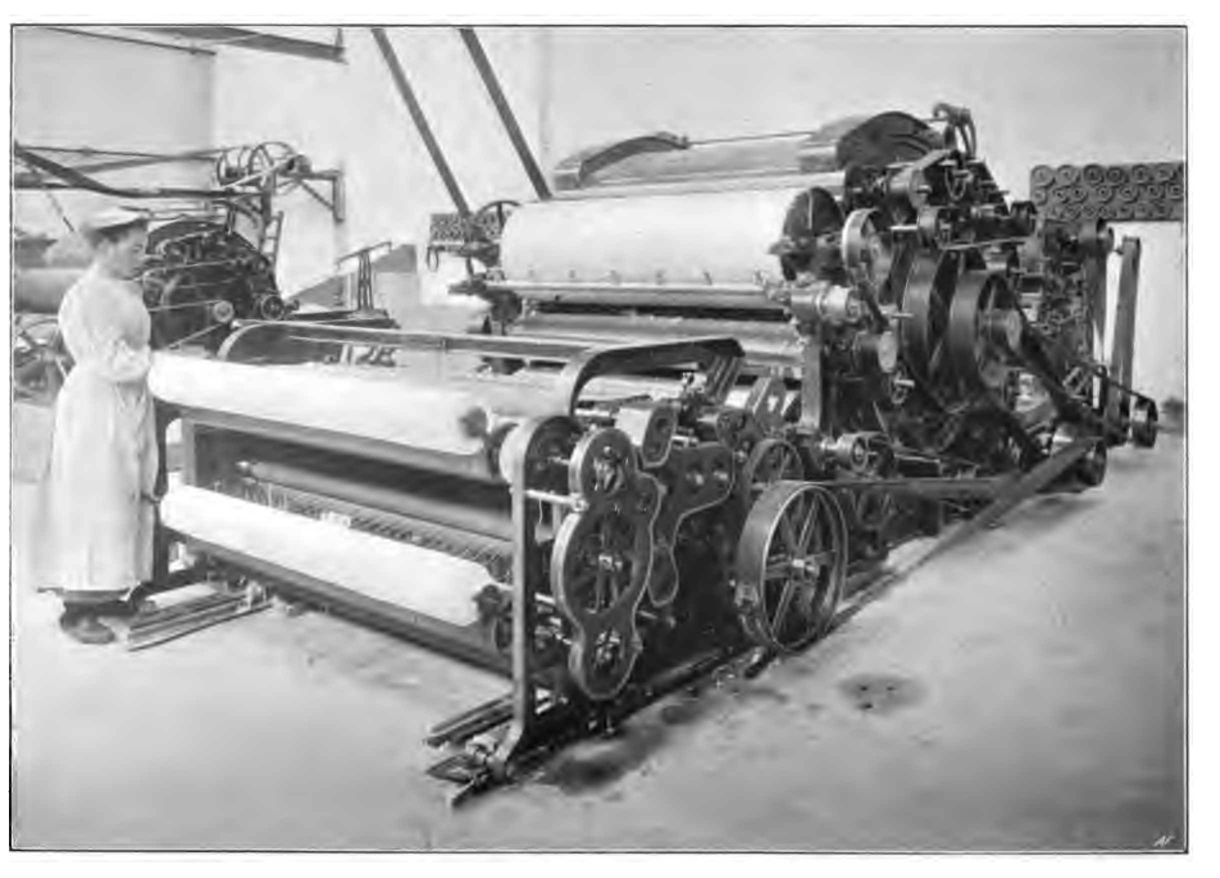
Après avoir broyé ces matières sous de petites meules verticales en pierre et les avoir tamisées, on les travaille dans une pile hollandaise raffineuse semblable à celles que l'on trouve dans les papeteries. C'est là que, par le brassage de la matière dans l'eau, se forme la pâte, à laquelle on ajoute, s'il y a lieu, la colle d'amidon comme matière agglutinante ou l'un ou l'autre des ingrédients ci-dessus indiqués.

Au sortir de la pile, la masse est introduite dans un cuvier-mélangeur, où un agitateur remue énergiquement et sans discontinuer la pâte, afin de la rendre bien homogène.

La transformation de la pâte en une feuille de carton s'opère à l'aide d'une machine continue. La pâte vient s'étaler en une mince couche sur une toile sans fin en feutre. A l'autre extrémité de la machine, cette couche se détache du feutre et s'enroule sur un tambour. Lorsque le carton a atteint l'épaisseur voulue, l'ouvrier, averti par une sonnerie, le découpe en feuilles à l'aide d'un couteau qu'il promène suivant des rainures longitudinales ménagées dans le cylindre.

---

[1] Voir la monographie relative à la *fabrication et à la mise en œuvre du papier et du carton.*



Auvelais : Machine à carder l'amiante.

Les feuilles de carton détachées du tambour passent d'abord sous une presse hydraulique qui en extrait l'eau en excès; puis, elles sont mises à sécher dans une étuve chauffée à 100° C. Au sortir de cet appareil, elles sont laminées au moyen d'une calendre à froid ; ce laminage leur donne une consistance plus ferme. Au moyen d'une machine à rogner, on découpe la feuille aux dimensions exigées par le client.

Les machines les plus récentes sont munies de dispositifs pour retirer, des eaux résiduelles, les matières qu'elles peuvent encore tenir en suspension et qui sont susceptibles d'être réemployées; on récupère, de ce chef, de 3 à 5 p. c. de la quantité d'amiante travaillée.

FABRICATION DU FEUTRE.

L'amiante en roche doit être broyé, afin d'en désagréger les fibres. Cette opération s'effectue, soit sous de petites meules en pierre ou meuletons, comme précédemment, soit à l'aide d'un broyeur Carr.

Lorsque l'amiante est désagrégé, il faut ouvrir les fibres, en séparer les poussières. Cette opération s'effectue simplement au moyen d'un tamis, ou bien à l'aide d'une *ouvreuse* verticale Crighton, semblable à celle qui est employée pour le coton. Voici, d'ailleurs, comment fonctionne cet appareil :

Sur un arbre vertical, tournant à environ 1,500 tours par minute, sont fixées une série d'ailettes disposées en spirale et entourées par une grille. La matière,

introduite par le bas, est travaillée énergiquement et ouverte par ces organes. Les poussières, projetées à la périphérie, passent à travers la grille; les parties les plus denses tombent dans un réservoir, tandis que les plus légères sont entraînées par un ventilateur et chassées dans une chambre spéciale dite chambre à poussière. Quant à l'amiante débarrassé des impuretés, il reste à l'intérieur de la grille d'où il est aspiré vers le haut par le ventilateur, puis rejeté au dehors.

Après cette préparation, on procède au cardage, opération dont le but principal est de paralléliser les fibres de manière à obtenir une espèce de voile très ténu. Comme les fibres d'amiante sont assez fortes, on se sert de la carde simple à *hérissons*.

La carde employée est essentiellement constituée par un gros tambour garni de pointes ou aiguilles métalliques nommées *dents*. Au-dessus, se trouve un rouleau plus petit appelé travailleur, tournant en sens contraire du grand tambour; il est également garni de dents travaillant au contact de celles du tambour principal. C'est entre les aiguilles de ces deux organes que les fibres sont séparées et parallélisées. A côté du travailleur, tournant dans le même sens que lui, se trouve le hérisson nettoyeur, dont l'effet est d'enlever les fibres entraînées par le travailleur et de les restituer au tambour principal.

La carde fournit la matière sous forme d'un voile mince; en superposant plusieurs de ces voiles, on obtient une nappe plus ou moins épaisse qui peut servir directement à la formation des matelas calorifuges insérés entre deux toiles d'amiante.



Auvelais : Métiers à filer l'amiante.

On peut aussi transformer cette nappe en feutre en lui faisant subir un travail supplémentaire à l'aide de rouleaux frotteurs animés d'un mouvement de va-et-vient, de façon à entrelacer quelque peu les fibres et à donner plus de solidité à l'ensemble.

FILATURE.

Lorsqu'elles sont destinées à être transformées en fils, les fibres d'amiante, broyées et ouvertes comme il est dit plus haut, sont cardées à la carde fileuse. Cette machine effectue un travail analogue à celui que nous venons de décrire; mais, en plus, la nappe détachée est divisée en rubans et chacun de ceux-ci est transformé en *mèche* ou *boudin*, par frottement entre deux tabliers sans fin dont le supérieur est animé d'un mouvement de va-et-vient. Ces mèches sont enroulées sur un tambour ou cannelle. L'appareil employé est semblable à celui qu'on utilise pour travailler le déchet de coton.

On passe alors au filage proprement dit, opération qui a pour but d'amener, par étirage et par torsion, la mèche sortant de la carde fileuse au degré voulu de finesse, de longueur et de solidité. Le fil obtenu est renvidé au fur et à mesure de sa production. On utilise les deux genres de métiers en usage dans la filature : le continu et le *self-acting* (1).

Au lieu de la carde décrite précédemment, on peut

(1) Voir la monographie relative à la *filature mécanique du coton, du lin, du chanvre et du jute*.

aussi se servir de l'ancienne carde à pots tournants. Dans ce cas, on transforme le ruban obtenu en fil au moyen du banc à broches. L'étirage se produit entre des cylindres superposés; la torsion est donnée à la mèche par une broche à ailettes. Faisons observer que, avec ce système, il n'est guère possible d'obtenir directement les numéros très fins.

Il est à remarquer, d'ailleurs, que l'amiante ne peut pas supporter de forts étirages, les fibres glissant difficilement les unes sur les autres. Cependant, on arrive à fabriquer des fils fins jusqu'au n° 100 (10,000 mètres au kilogramme) par surfilage, c'est-à-dire, en travaillant une seconde fois, au métier à filer, les fils obtenus avec faible torsion au banc à broches, ainsi qu'il a été indiqué ci-dessus.

Les fils d'amiante sortant du métier à filer sont appelés fils *simples*. Parfois, on les réunit au nombre de 2, 3 ou plus à l'aide d'une machine spéciale, l'*assembleuse*. Les fils assemblés sont ensuite soumis à une torsion au moyen d'un appareil nommé *retordeuse*. Ces machines ne diffèrent pas de celles employées couramment en filature dans le même but. Pour les gros fils, on se sert habituellement de la retordeuse à ailettes.

TISSAGE.

Au moyen des fils d'amiante, on fabrique des toiles. On se sert du métier à tisser ordinaire, en tout point identique à celui employé pour les autres fibres textiles.

Dans cet appareil, les fils de la chaîne sont étalés



Auvelais : Métier à tisser l'amiante.

horizontalement et parallèlement. Alternativement, les fils de rang pair et ceux de rang impair sont soulevés par un mécanisme spécial, de façon à laisser passer chaque fois, dans l'angle formé, la navette conduisant le fil de trame ou duite, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre. La toile se forme ainsi peu à peu. Ce métier est actionné mécaniquement.

La chaîne peut être constituée par des fils métalliques (laiton, fer, plomb), la trame restant en amiante.

On fait aussi des combinaisons de tissus d'amiante avec des toiles métalliques superposées ou intercalées. Ces produits spéciaux s'obtiennent par des procédés analogues à ceux qui sont en usage dans l'industrie du caoutchouc, procédés déjà expliqués.

TRESSAGE.

Les fils d'amiante sont également façonnés en cordes, en tresses de différentes grosseurs. Cette opération s'effectue à l'aide du métier vertical à bobines valseuses dont nous avons eu l'occasion de parler dans l'étude précédente.

Avec ces mêmes appareils, on peut également tresser une enveloppe cylindrique, former une véritable gaine autour d'une âme constituée par un fil métallique, par une corde en caoutchouc, en coton, etc.

C'est au cours de l'opération de tressage que l'on enduit l'amiante de talc, de suif, de graphite, en obligeant les fils à passer à travers l'une ou l'autre de ces substances.

III. — Produits fabriqués.

APPLICATIONS.

L'amiante, seul ou combiné avec d'autres matières, est surtout employé dans l'industrie pour assurer l'étanchéité des joints de vapeur, d'eau, etc. Il sert, notamment, à garnir les raccords des tuyauteries et des conduites, les trous d'hommes des chaudières à vapeur, à former des bourrages pour les pistons des machines à vapeur, des pompes, des compresseurs. On l'applique sous forme de carton découpé aux dimensions requises (rondelles, anneaux, etc.), de tresses simples ou avec âme métallique ou de caoutchouc, de tissus simples ou mixtes, de cordes enroulées, de rubans, etc.

L'amiante est également utilisé comme calorifuge, soit à l'état de poudre ou de filaments, soit sous forme de produits façonnés, tels que : feuilles, matelas, cordes mixtes en jute et amiante remplies de farine fossile, de liège ou de fibres d'amiante.

Ce produit intervient encore dans la composition de certains mastics, ciments et couleurs en usage dans des cas particuliers.

Enfin, avec les tissus d'amiante, on confectionne des objets pouvant résister au feu, tels que : gants, chaussures, sous-pots, etc. Une application intéressante des tissus d'amiante est celle de la confection des toiles incombustibles pour décors de théâtre.

Auvelais : Métiers verticaux à tresser l'amiante

CATÉGORIES ET PRIX.

Voici quelques renseignements commerciaux concernant les articles les plus courants.

Il y a lieu de remarquer que les prix sont sujets à de fortes variations, car ils dépendent de la valeur de l'amiante brut. Celle-ci a considérablement augmenté depuis un an ou deux et semble être en hausse continuelle. Les chiffres que nous donnons s'appliquaient aux premiers mois de l'année 1907.

Poudre. — La poudre d'amiante se vend 15 francs les 100 kilogrammes et se livre à l'état moulu fin ou à l'état floconneux.

Carton. — Le carton d'amiante se fait sur des épaisseurs variant de $\frac{1}{2}$ à 25 millimètres et plus; les feuilles ont habituellement $1^{m}20 \times 1^{m}20$ et se vendent à raison de 45 centimes le kilogramme pour la qualité ordinaire. A un degré de pureté de 97 à 98 p. c. le prix est de 68 centimes par kilogramme.

On fournit, d'ailleurs, le carton d'amiante façonné en pièces de toutes formes et de toutes dimensions, ainsi que le carton-feutre, flexible ou avec intercalation métallique.

Fils. — La grosseur d'un fil est déterminée par la longueur nécessaire pour former un kilogramme.

Pour le n° 1, il faut 100 mètres; pour le n° 2, 200 mètres, et ainsi de suite, l'augmentation étant de 100 mètres au kilogramme par numéro.

Les numéros les plus courants, c'est-à-dire, de 1 à 7, valent, en moyenne, 2 fr. 30 c. le kilogramme. Les numéros fins, de 8 à 100, se vendent depuis 2 fr. 50 c. jusque 12 francs le kilogramme.

A signaler, comme spécialité, le fil de pureté garantie pour l'incandescence.

On prépare aussi des fils multiples avec âme de coton ou âme métallique, qui sont en réalité des cordes de faible grosseur.

Cordes et tresses. — Les tresses d'amiante simples pour bourrages se font avec section ronde ou carrée de grosseur variable. Elles peuvent être sèches, suiffées, paraffinées, etc. Le prix est de 2 fr. 50 c. le kilogramme; combinée avec du métal et graphitée, la tresse vaut 3 fr. 25 c. le kilogramme.

Tissus. — Les tissus se font en amiante pur, ou bien avec chaîne de coton ou chaîne métallique, ou combinée avec une feuille métallique.

L'épaisseur de la toile dépend de la grosseur du fil travaillé. La largeur est celle du métier employé, ordinairement de 1 mètre à 1m50. On peut, naturellement, obtenir toute longueur voulue. Quant à la valeur, elle est, au moins, de 2 fr. 50 c. à 3 francs le kilogramme; elle atteint souvent des taux plus élevés.

Nous ne parlerons plus des diverses combinaisons de tissus d'amiante avec du caoutchouc seul, avec du caouchouc et du métal, produits qui trouvent leur place ailleurs.

Les tissus d'amiante peuvent être produits sous forme de rubans, sous forme de cordes rondes, carrées ou plates. Ces articles peuvent être aussi combinés avec du caoutchouc, avec des éléments métalliques ou avec les deux en même temps. L'industrie fournit ainsi toute une série de bourrages connus sous des appellations diverses, dans la composition desquels interviennent l'amiante, les tissus de coton, de chanvre, la toile à voile, les éléments métalliques. Nous ne pouvons guère entrer dans le détail de tous ces articles qui sont du domaine purement commercial.

IV. — Situation économique.

L'industrie de l'amiante est nouvelle en Belgique. La première fabrique ayant pour but le travail complet de cette substance, fut érigée, près d'Anvers, en 1904.

Un établissement du même genre a été fondé et mis en activité, à Auvelais, dans les débuts de l'année 1907.

Disposant d'installations modernes et bien comprises, ces manufactures ont organisé la fabrication de façon à satisfaire aux besoins si variés de la clientèle industrielle. Malgré leur création récente, elles ont déjà atteint un chiffre de production important. Une bonne partie des articles fabriqués est destinée à l'exportation, notamment, vers l'Angleterre, la Suède, la Norvège, le Danemark, la France, l'Allemagne et même vers les colonies.

Il est permis de bien augurer du développement de cette nouvelle industrie.

A côté de ces usines, où l'on traite l'amiante brut, on compte en Belgique quelques maisons qui se contentent de façonner des produits divers avec de l'amiante qu'elles reçoivent sous forme de fils, de tissus ou de carton.

Il faut citer enfin les trois usines à caoutchouc qui s'occupent, à titre accessoire, de la fabrication des tresses et cordes d'amiante pur et caoutchouté.

RÉPERTOIRE

Caoutchouc et amiante.

PROVINCE D'ANVERS :

Manufacture belge d'amiante et de caoutchouc (*société anonyme*), à Deurne-lez-Anvers.

Fabrication de tous les produits en amiante pur, caoutchouté, combiné avec coton, chanvre, jute, fils, tissus et feuilles métalliques : poudre, fibre, carton, fils, tissus, rubans, cordes, tresses, bourrages de tous genres; vêtements en amiante; produits calorifuges.

PROVINCE DE BRABANT :

Société belge pour la fabrication des câbles et fils électriques (*société anonyme*), à Buysinghen, bureaux à Bruxelles.

Rubans isolants caoutchoutés.

Belgian Rubber (*société anonyme*), à Cureghem-Anderlecht.

Caoutchouc manufacturé pour l'industrie, la vélocipédie et l'automobile.

Coenen père et Cie, à Cureghem-Anderlecht.

Toiles et tissus caoutchoutés. Vêtements imperméables.

Société Anonyme pour le commerce et l'industrie du caoutchouc, à Cureghem-Anderlecht.

Feuille anglaise. Articles en feuille anglaise : ballons à musique et à gaz, articles de biberons, etc.

Manufacture belge de caoutchouc L. Poivre, à Ixelles.

Réparations de pneumatiques et de chambres à air. Rechapages, rentoilages vulcanisés. Réparation des éclats et des talons. Antidérapant Dalila.

G. Desclée et Cie, à Ixelles.

Antidérapants ferrés pour motocylettes et voitures automobiles.

Maroquinerie Nationale (anciennement L. Thiry et ses fils), à Molenbeek-Saint-Jean.

Réparations des enveloppes et des chambres à air des bandages pneumatiques.

A. Charlier, à Louvain.

Bourrages et joints en amiante et caoutchouc. Joint « Securitas ».

Charles Eloy et Cie, à Saventhem.

Régénération des vieux caoutchoucs.

A. Van Issenhoven, à Schaerbeek.

Vêtements imperméables. Bandages pour vélos et motocyclettes. Réparation des pneumatiques.

C. Jenatzy-Leleux, à Schaerbeek.

Articles industriels en caoutchouc souple et durci. Tuyaux. Pneumatiques.

Société anonyme franco-belge pour la fabrication de câbles électriques (anciens établissements L. Hen et Cie), à Schaerbeek.

Rubans isolants caoutchoutés. Feuilles en caoutchouc Para pur.

The Reinforced Hard Rubber Company, à Bruxelles.

Manufacture de tous objets en ébonite d'après les procédés Sine.

PROVINCE DE LA FLANDRE OCCIDENTALE :

Michel Jackson, à Menin.

Articles en caoutchouc et en ébonite pour l'industrie et le commerce. Pneumatiques. Tissus et vêtements imperméables.

Defauw frères, à Menin.

Articles en caoutchouc pour l'industrie et le commerce.

PROVINCE DE LA FLANDRE ORIENTALE :

Société anonyme pour le commerce et l'industrie du caoutchouc, à Alost.

Articles en caoutchouc pour l'industrie et le commerce. Spécialité de gommes à effacer. Galoches et chaussures imperméables. Cordes et bourrages d'amiante simples et caoutchoutés.

Puls-Bovie, à Deynze.

Bandages pleins pour voitures d'enfant et voitures-jouets.

Colonial Rubber (*société anonyme*), à Gand.

Manufacture générale d'articles en caoutchouc souple et durci (ébonite) pour l'industrie en général. Spécialité d'articles pour papeteries, sucreries, filatures, teintureries, tissages, etc. Courroies en caoutchouc et en balata. Tuyaux de toutes qualités et pour tous usages. Cordes et bourrages d'amiante simples et caoutchoutés en tous genres. Objets en ébonite et en gutta-percha pour électricité, chimie, mécanique. Bandages pneumatiques pour bicyclettes, motocyclettes et voitures automobiles.

P. Deschamphelaere, à Gand.

Articles en gutta-percha pour chimie et photographie. Dissolution de gutta (colle marine), pour filateurs.

Vve J. Lechat et Cie, à Gand.

Courroies en tissus de coton caoutchouté avec ou sous fourreau extérieur, pour toutes applications.

PROVINCE DE LIÉGE.

O. Englebert fils et Cie, à Liége (*en commandite par actions*). Succursale à Bruxelles.

Spécialité de bandages pneumatiques pour bicyclettes, motocyclettes et automobiles. Antidérapants avec rainures en chevrons et antidérapants ferrés. Articles industriels divers. Tuyaux. Toiles gommées. Vêtements imperméables. Articles en feuille anglaise pour usage industriel, commerce, hygiène, etc.

A. Herzet, à Liége.

Joints mixtes en cuivre et amiante.

Société belge de caoutchouc artificiel Élastès, à Liége.

Caoutchouc artificiel. Remplissage de pneus. Articles divers.

B. Stümpff et Cie, à Liége.

Pneumatiques pour bicyclettes et motocyclettes. Réparations. — Dissolutions. — Toiles gommées. — Vêtements imperméables.

Manufacture générale de caoutchouc de la Meuse (*société anonyme*) (*anciens établissements Octave Hannot*), à Sclessin-lez-Liége.

Caoutchouc, ébonite, gutta-percha, amiante dans toutes leurs applications industrielles. Cordes à bourrages en tous genres; courroies; vêtements de mineurs. Articles spéciaux pour papeteries, filatures, sucreries, distilleries, brasseries, fabriques de produits chimiques, usines électriques, etc.

PROVINCE DE HAINAUT :

Société Anonyme des feutres et amiantes d'Auvelais, à Auvelais.

Produits en amiante pur et caoutchouté de toute espèce.

R. Parmentier, à Manage.

Bourrages et joints en amiante et caoutchouc.

Société anonyme des manufactures de câbles, accumulateurs et appareils électriques, à Seneffe.

Rubans isolants caoutchoutés.

Flinois, Colmant et Cuvelier, à Tournai.

Courroies en caoutchouc et en balata.

Imp. J.-E. Goossens, Bruxelles-Lille-Paris.

TABLE DES MATIÈRES

INDUSTRIES DU CAOUTCHOUC.

INDUSTRIE DE L'AMIANTE.




BRUXELLES
M. WEISSENBRUCH, IMP. DU ROI
49, RUE DU POINÇON

PUBLICATIONS DE L'OFFICE DU TRAVAIL (1)

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES DE L'OFFICE DU TRAVAIL.

Revue du Travail, publication bimensuelle. — Éditeur : F. Vanbuggenhoudt, rue du Marteau, 5 et 7. Abonnement pour la Belgique: 2 francs. (1re année [1896] épuisée.)

Arbeidsblad, publication bimensuelle. — Éditeur : A. Lesigne, rue de la Charité, 27. Abonnement pour la Belgique : 2 francs.

Annuaire de la Législation du Travail. — 1re année (1897), 1 fr. 50 c.; 2e, 3e et 4e années (épuisées); 5e année, 2 fr. 60 c ; 6e année, 3 fr. 10 c.; 7e année, 3 fr. 30 c.; 8e année, 3 francs; 9e année (1905), 2 fr. 75 c.; 10e année (1896), 3 fr. 20 c. Tables décennales (1897-1906), 2 francs.

Rapports annuels de l'Inspection du Travail. — 1re année, 6 fr. 50 c.; 2e année, 7 francs; 3e année, 3 fr. 50 c.; 4e année, 3 francs; 5e année, 3 fr. 50 c.; 6e année, 3 fr. 50 c.; 7e année, 3 fr. 50 c.; 8e année, 3 fr. 50 c.; 9e année, 4 francs; 10e année, 4 francs; 11e année (1905), 4 francs.

Unions professionnelles. Rapports relatifs à l'exécution de la loi du 31 mars 1898, présentés aux Chambres législatives par M. le Ministre de l'Industrie et du Travail. — 1re période, 1898-1901. 1 vol. in-8° de LXXVI-370 pages; 2e période, 1902-1904, 1 vol in-8° de CIV-368 pages. Chaque volume : broché, 3 fr.; cartonné toile, 3 fr. 75 c.

Statistique des grèves en Belgique: I. 1896-1900. 1 vol. in-8° de LXX-214 pages, 1903. Broché, 2 fr. 25 c.; cartonné toile, 3 fr. 25 c. — II. 1901-1905. 1 vol. in-8° de LX-248 pages, 1907. Broché, 2 fr. 50 c.; cartonné toile, 3 fr. 50 c.

PUBLICATIONS NON PÉRIODIQUES DE L'OFFICE DU TRAVAIL.

L'Office du Travail de 1895 à 1905, 1 vol. in-8° de 248 pages. 1905. (Cette publication n'est pas mise en vente.)

L'Assurance contre l'invalidité et la vieillesse en Allemagne, 1895. 1 vol. in-8° de 344 pages. Broché : 2 fr. 50 c.; cartonné toile : 3 francs.

Travail du dimanche. — BELGIQUE. — Vol. I-II : Établissements industriels; broché : 8 francs; cartonné toile : 10 francs. Vol. III : Mines, minières et carrières; broché : 4 francs; cartonné toile : 5 francs. Vol. IV : Consultation des conseils de l'industrie et du travail. Enquête dans les grands magasins. Consultation de l'Association pour le repos du dimanche en Belgique; broché : 3 francs; cartonné toile : 3 fr. 75 c. Vol. V : PAYS ÉTRANGERS; broché : 2 fr. 50 c.; cartonné toile : 3 francs (1896-1898).

Travail de nuit des ouvrières de l'industrie dans les pays étrangers (France, Suisse, Grande-Bretagne, Autriche, Allemagne), par Maurice ANCIAUX, 1898. 1 vol. in-8° de 271 pages; broché : 2 francs.

Lois et règlements concernant la police du travail et le régime des établissements classés. — 1906. 1 vol. in-12; broché : 1 franc.

Wetten en verordeningen betreffende den arbeid en de politie over de ingedeelde inrichtingen. — 1903. 1 vol. in-12. Broché, 1 franc.

Les salaires dans l'industrie gantoise, par Louis VARLEZ : I. Industrie cotonnière, 1901. 1 vol. in-8° de 214-596 pages; broché : 8 francs; cartonné toile : 8 fr. 75 c. II. Industrie de la filature du lin, 1904, 1 vol. in-8° de CXLV-238 pages; broché : 3 francs; cartonné toile : 3 fr. 75 c.

(1) Toutes les publications pour lesquelles il n'est pas renseigné d'éditeur spécial sont en vente à l'Office de publicité, rue de la Madeleine, 46, et à la Société belge de librairie, rue Treurenberg, 16, à Bruxelles.



Statistique des salaires dans les mines de houille. — Octobre 1896-mai 1900 ; 1 brochure de 37-104 pages in-4°, avec 5 diagrammes. Prix : 3 francs.

Salaires et durée du travail dans les industries textiles au mois d'octobre 1901. 1 vol. in-4° de 427-691 pages, cartogrammes et diagrammes. Bruxelles, 1905. relié toile : 15 francs.

Idem. Analyse des résultats (tiré à part, sans les tableaux statistiques) avec cartogrammes et diagrammes. 1 vol. in-4° de 427 pages. Bruxelles, 1905. Cartonné : 7 francs.

Les moteurs électriques dans les industries à domicile. I. L'industrie horlogère suisse. — II. Le tissage de la soie à Lyon. — III. L'industrie de la rubanerie à Saint-Étienne, par MM. Ernest Dubois et Armand Julin. — 1902. (Épuisé.)

Les filatures de lin, étude d'hygiène professionnelle, par le Dr D. Glibert. — 1902. Broché : 9 francs.

Les industries à domicile en Belgique. Vol. I : L'industrie armurière liégeoise. L'industrie du vêtement pour hommes à Bruxelles. L'industrie coutelière de Gembloux. — 1899. 1 vol. in-8° de xx-362 pages. (Épuisé.)

Idem. Vol. II : L'industrie du tissage du lin dans les Flandres. L'industrie du tressage de la paille dans la vallée du Geer. L'industrie de la cordonnerie en pays flamand. — 1900. 1 vol. in-8° de 465 pages. (Épuisé.)

Idem. Vol. III : L'industrie cloutière en pays wallon. L'industrie de la ganterie. 1900. 1 vol. in-8° de 295 pages. (Épuisé).

Idem. Vol. IV et V : La dentelle et la broderie sur tulle. — 1902. 2 vol. in-8° de 315-281 pages. Broché : 25 francs; cartonné toile : 28 fr. 50 c. (Épuisé.)

Idem. Vol. VI : Les industries de la confection de vêtements pour hommes et de la cordonnerie à Binche. L'industrie du tissage de la laine dans le pays de Verviers et le Brabant wallon. L'industrie du tissage du coton en Flandre et dans le Brabant. — 1904. 1 vol. in-8° de 600 pages. Broché : 5 francs; cartonné toile : 6 francs.

Idem. Vol. VII : L'industrie de la bonneterie. L'industrie de la cordonnerie à Herve. — 1905. 1 vol. de 266 pages. Broché : 2 francs; cartonné toile : 2 fr. 75 c.

Idem. Vol. VIII : L'industrie du meuble à Malines. La broderie sur linge et l'industrie du col, du corset, de la cravate et de la chemise. L'industrie du vêtement confectionné pour femmes à Bruxelles. L'industrie de la corderie (planches et carte hors-texte), 1907. 1 vol. in-8° de 656 pages. Broché : 5 francs; cartonné toile : 6 francs.

Idem. Vol. IX. (En préparation.)

Recensement général des Industries et des Métiers (31 octobre 1896). XVIII forts vol. in-4° et un atlas in-folio. (Cette publication n'est pas mise en vente.)

Monographies industrielles. (Aperçu économique, technologique et commercial.) I. *Filature mécanique du coton, du lin, du chanvre et du jute.* — 1903. 1 vol. in-8° de 175 pages, figures et planches. Broché : 2 francs.

II. *Fabrication des produits chimiques proprement dits.* — 1905. 1 vol. in-8° de 370 pages, figures et planches. Broché : 3 francs; cartonné toile : 3 fr. 75 c.

III. *Fabrication et mise en œuvre du papier et du carton.* — 1906. 1 vol. in-8° de 200 pages, figures et planches. Broché : 2 francs; cart. toile : 2 fr. 75 c.

IV. *Industries céramiques.* — 1907. 1 vol. in-8° de xvi-242 pages, figures et planches. Broché : 2 fr. 25 c.; cartonné toile : 3 francs.

V. *Fabrication et travail du verre.* — 1907. 1 vol. in-8° de xxiv-264 pages, figures et planches. Broché : 3 francs; cartonné toile : 3 fr. 75 c.

Loi et règlements sur la réparation des dommages résultant des accidents du travail. — 1905. Broché in-12, de 138 pages : 50 centimes.

